

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-085629

(43)Date of publication of application : 30.03.1999

(51)Int.Cl.

G06F 12/16
G11C 16/02

(21)Application number : 10-102560

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 14.04.1998

(72)Inventor : SAWADA SEIGO
TAMURA YOSHIKO
MORI YASUO
KITAMURA KOICHI
NAKAJIMA RYOETSU

(30)Priority

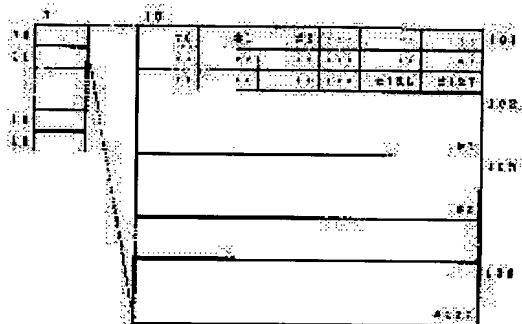
Priority number : 09189484 Priority date : 15.07.1997 Priority country : JP

(54) MANAGING SYSTEM FOR FLASH MEMORY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve storage density in a minimum erasure unit area when the average data amount of one piece of data is especially small by defining all write unit areas in the minimum erasure unit area as managing areas and defining remaining write unit areas in the minimum erasure unit area as storage areas.

SOLUTION: The write unit area to be the managing area is divided into 128 data managing areas for the unit of 4B, and the number of #127 is applied to each data managing area. Besides, numbers from #1 to #127 are applied to remaining 127 write unit areas to be storage areas. Then, the recognition number of the minimum erasure unit area to be stepped each time of data write or the like is stored in the data managing area of the number #0. Thus, since data can be written for each write unit area smaller than the minimum erasure unit area, when the average data amount of one piece of data is especially small, the storage density in the minimum erasure unit area can be improved.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-85629

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 6 F 12/16

G 1 1 C 16/02

識別記号

3 1 0

F I

G 0 6 F 12/16

G 1 1 C 17/00

3 1 0 Q

6 0 1 C

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願平10-102560

(22) 出願日 平成10年(1998) 4月14日

(31) 優先権主張番号 特願平9-189484

(32) 優先日 平9(1997) 7月15日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72) 発明者 澤田 成吾

大阪府大阪市中央区城見2丁目2番6号

富士通関西デジタル・テクノロジー株式会社内

(72) 発明者 田村 佳子

大阪府大阪市中央区城見2丁目2番6号

富士通関西デジタル・テクノロジー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 井桁 貞一

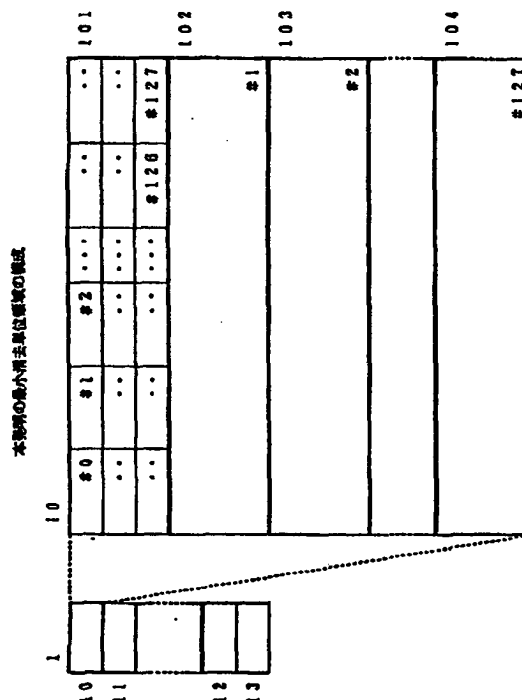
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フラッシュ・メモリの管理方式

(57) 【要約】

【課題】 通信装置や情報処理装置の補助記憶装置に適用されるフラッシュ・メモリの管理方式に関し、最小消去単位領域内のデータ記憶密度を向上させ、併用される揮発性メモリ上で情報が消失しても復元でき、最小消去単位領域の書換え消去回数を平均化すると共に書換え消去回数を縮減でき、最小消去単位領域毎の書換え消去回数を管理する手段を設ける必要がなく、データの書込み動作が最小消去単位領域の消去動作によって遅延させられず、更に、書込み不能なチップや書込み不能な最小消去単位領域をスキップするための管理を、正常な場合と全く同じにすることができるフラッシュ・メモリの管理方式を提供する。

【解決手段】 フラッシュ・メモリの最小消去単位領域を任意の大きさの書込み単位領域に分割し、特定の書込み単位領域を当該最小消去単位領域の全ての書込み単位領域を管理する管理領域とし、残余の書込み単位領域をデータを格納する記憶領域とするように構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フラッシュ・メモリの最小消去単位領域を任意の大きさの書込み単位領域に分割し、特定の書込み単位領域を、当該最小消去単位領域の残余の全ての書込み単位領域を管理する管理領域とし、当該最小消去単位領域の残余の書込み単位領域をデータを格納する記憶領域とすることを特徴とするフラッシュ・メモリの管理方式。

【請求項2】 フラッシュ・メモリの中の一部の最小消去単位領域を、一時的にデータを格納しない、消去された状態の退避領域とし、該退避領域以外の最小消去単位領域の全てにデータの書込みを行なった時に、該退避領域になっている最小消去単位領域と特定の位置関係にある最小消去単位領域を新たな退避領域にし、先に退避領域であった最小消去単位領域にデータの書込みを行なうことを特徴とする請求項1記載のフラッシュ・メモリの管理方式。

【請求項3】 特定のデータに対して特定の記憶領域を割りつけず、特定のデータに対して特定のデータ番号を付与し、該特定のデータに書換え要求が生じた時には、前記管理領域中の、次に書込みが可能な書込み単位領域を管理するデータ管理領域に該特定のデータ番号を登録して当該データを書込み、同一データ番号で先に格納されているデータを無効扱いにすることを特徴とする請求項1記載のフラッシュ・メモリの管理方式。

【請求項4】 書込みが行なわれる度に、書込みを行なう最小消去単位領域の認識番号を歩進することを特徴とする請求項1記載のフラッシュ・メモリの管理方式。

【請求項5】 複数のチップよりなるフラッシュ・メモリの、特定のチップの書込み可能な最小消去単位領域の全ての書込み単位領域に書込みを行ない、次のチップに書込み動作が移行するタイミングを、該特定のチップにおいて新たに退避領域になる最小消去単位領域を消去するタイミングとすることを特徴とする請求項1記載のフラッシュ・メモリの管理方式。

【請求項6】 データの書込みの度に歩進する最小消去単位領域の認識番号を、劣化が発見されて書込みが可能な最小消去単位領域にも付与するが如く歩進することを特徴とする請求項1記載のフラッシュ・メモリの管理方式。

【請求項7】 フラッシュ・メモリに格納するデータに付与されるデータ番号と重複しないで対応する数をアドレスとして、当該データ番号のデータを格納するフラッシュ・メモリ上の格納位置、次に書込みを行なう最小消去単位領域の番号及び次に書込みを行なう書込み単位領域の番号を記憶するバッファ・メモリをフラッシュ・メモリの外部に設けることを特徴とする請求項1記載のフ

ラッシュ・メモリの管理方式。

【請求項8】 書込みが不能になった最小消去単位領域の位置情報を、フラッシュ・メモリに格納するデータと同じ扱いにして、特定のデータ番号を付与して格納することを特徴とする請求項1記載のフラッシュ・メモリの管理方式。

【請求項9】 書込みを行なう最小消去単位領域に付与される歩進する認識番号、又は、当該最小消去単位領域におけるデータの書込み状態を表示する符号を前記管理領域に格納することを特徴とする請求項1記載のフラッシュ・メモリの管理方式。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、通信装置や情報処理装置の補助記憶装置に適用されるフラッシュ・メモリの管理方式に係り、特に、最小消去単位領域（所謂セクタである。）内のデータ記憶密度を向上させることができ、フラッシュ・メモリの管理のために併用される揮発性メモリ上でデータや管理情報が消失してもそれを復元することができ、最小消去単位領域の書換え消去回数を平均化すると共に書換え消去回数を縮減することができ、最小消去単位領域毎の書換え消去回数を管理するための手段を設ける必要がなく、データの書込み動作が最小消去単位領域の消去動作によって遅延させられず、更に、書込み不能な最小消去単位領域や書込み不能なチップをスキップするための管理を、当該最小消去単位領域や当該チップが正常な場合と全く同様に行なうことができるフラッシュ・メモリの管理方式に関する。

【0002】通信装置や情報処理装置に対する高機能化、高性能化の要請は常に強いものがあるが、特に近年のダウンサイジング、パーソナルな通信や情報処理の進展及びパーソナルな通信と情報処理の統合によって、高機能化、高性能化の要請と共に、小型化の要請が加速されている。

【0003】通信装置においては、古くはハードウェア・ロジックによって様々な機能を実現していたが、止まるところを知らない高機能化、高性能化、小型化の要請に的確に対応するために、プログラム制御形の中央演算処理装置を適用することが必須になってからでも長い年月が経っている。

【0004】一方、もとよりプログラム制御形の中央演算処理装置を適用して高機能化、高性能化に柔軟に対応していた情報処理装置においても、小型化の要請には厳しいものがある。例えば、所謂モバイル・コンピューティングのように通信と統合されるケースにおいても、所謂ノート・パソコンのようにスタンド・アロンの形態で使用されるケースにおいても、ポータブルであることの重要性が一層増しており、小型化、軽量化が必須要件になっている。

【0005】又、ワークステーションやパーソナル・コ

ンピュータの高機能化、高性能化を背景にした所謂ダウンサイジングが浸透するにつれて、可搬型でなくてもワークステーションやパーソナル・コンピュータに対して更なる小型化の要請が強くなっている。

【0006】しかも、ワークステーションやパーソナル・コンピュータが通信関係の装置の構成要素として使用されるようになってきている。かかる通信装置や情報処理装置を小型化する場合、システム設計上のバランスに配慮すると、特定の部位のみに厳しい要求をすることは避けるべきであるが、現状から判断すると補助記憶装置の小型化は優先されるべきものと考えるのが妥当である。

【0007】補助記憶装置には不揮発性であること及び大容量であることが要請される。従って、通常、ハード・ディスク記憶装置が適用されることが多い。そのハード・ディスク記憶装置自体の小型化、高信頼化についても多大な努力が払われており、小型化の実績には驚異的なものがあることは誰もが認めるところである。

【0008】しかし、記憶媒体上に浮いたヘッドによって読み書きをするという動作原理と、回転機構を必要とする構造により、その小型化に限界があってもいたしかたないものと思われる。

【0009】しかも、通信装置や情報処理装置は24時間の連続運転を要求されることが通常であるが、回転機構の存在がハード・ディスク記憶装置の寿命を短くすることが原因となって通信装置、情報処理装置自体の信頼性をも制限することになっている。

【0010】又、商品の性格から見ても、ハード・ディスク記憶装置の商品寿命は短く、物理的な寿命に達して交換が必要とされる時に当該ハード・ディスク記憶装置の商品寿命が終わっており、交換対象のものと同様のハード・ディスク記憶装置が市場には存在しないこともある。

【0011】このため、交換の際に異なる仕様のハード・ディスク記憶装置を採用せざるを得ず、それに伴ってハードウェア、ソフトウェア両面にわたる設計変更を余儀なくされる。これは、限りある人的リソースをマイナス指向で使うことにつながるものであり、しかも多大な経費の発生と時間の消費を伴うものである。健全な企業運営のためには避けるべきものである。

【0012】上記の如き設計変更を回避するために、バックアップ用に同一仕様のハード・ディスク記憶装置を通信装置や情報処理装置のメーカーで購入して保管し、ハード・ディスク記憶装置が寿命に達した時に交換するという手法が採られることがあるが、これは棚卸し資産の増加を招くので、やはり経営上好ましくない。

【0013】このような事情から、補助記憶装置を回転機構が不要な半導体メモリに転換することが急務となっている。電気的手段で消去が可能で、電源を断にしても記憶内容を保持できる、即ち不揮発性である半導体メ

モリには、電気的に消去可能なプログラマブル読み出し専用メモリ(E²PROM)とフラッシュ・メモリとがあるが、いずれにおいても書換え消去回数によって物理的な寿命が制限される。

【0014】特に、補助記憶装置に適用されて書換え消去が頻繁に行なわれるフラッシュ・メモリにおいては、書換え消去回数による寿命の制限は致命的な問題であり、寿命を延長するための手段の開発が強く要請されている。

【0015】

【従来の技術】図13は、フラッシュ・メモリの構成で、フラッシュ・メモリの1チップを示している。

【0016】図13において、1はフラッシュ・メモリのチップであり、10、11、12及び13は該フラッシュ・メモリのチップ1内の最小消去単位領域(前述の如くセクタと呼ばれることが多いが、この明細書では原則として“最小消去単位領域”を用いる。一方、複合語に“最小消去単位領域”を用いると表現が煩雑になる場合及び図中の表示を簡単にする場合には“セクタ”を用いる。)である。フラッシュ・メモリにおいては、格納内容が消去された領域に新たに書込みを行なうことができるが、一括に消去をすることができる最小の領域が最小消去単位領域である。

【0017】そして、通常は特定のデータを特定の最小消去単位領域に格納している。従って、書換えが頻繁に行われるデータを格納した最小消去単位領域は早期に書換え消去回数が規定回数に達し、書換え回数が少ないデータを格納した最小消去単位領域は書換え消去回数に余裕を持っているということになる。

【0018】フラッシュ・メモリを適用した記憶装置の書換え消去回数制限に対する寿命延長手段としては下記のものがある。即ち、フラッシュ・メモリを構成する最小消去単位領域毎に書換え消去回数を管理し、書換え消去回数が規定の回数に達した最小消去単位領域に格納されているデータを、書換え消去回数が少ない(“規定回数に対して遙かに余裕がある”と言う意味である。)最小消去単位領域に格納されているデータと入れ換えることによって、各最小消去単位領域の書換え消去回数を平均化して寿命延長を図っている。

【0019】図14は、通信装置、情報処理装置及びそれらに適用される各種端末装置で使用される、一般的な中央演算処理装置の構成である。図14において、51は中央処理ユニット(図ではCPUと表示している。)、52は処理中のデータや実行中のプログラムなどを格納する主記憶装置である。53は大量のデータを格納する補助記憶装置で、ここではフラッシュ・メモリで構成される補助記憶装置を想定している。54は該補助記憶装置53の管理データを格納したり、該補助記憶装置53からデータを転送して一時記憶し、該データの書換えを行なうバッファ・メモリで、高速性が重要なた

めに通常揮発性のランダム・アクセス・メモリが適用される。55はデータの入力や中央処理ユニットでの処理結果の表示及び印字を行なう入出力装置である。

【0020】その他、中央演算処理装置には通信インタフェースなどが設置されるケースが多いが、本発明の対象である補助記憶装置を中心に図示しているので、図14ではそれらの図示を省略している。

【0021】フラッシュ・メモリからなる補助記憶装置において、例えば或る最小消去単位領域の書換え消去回数が規定回数に達して、該書換え消去回数が規定回数に達した最小消去単位領域に格納されているデータを、書換え消去が行なわれるのが稀なために書換え消去回数が該規定回数に対して余裕がある最小消去単位領域に格納されているデータと入れ換えを行なう場合に、入れ換え対象のデータを高速の揮発性メモリを適用したバッファ・メモリに一旦転送し、フラッシュ・メモリ上の書換え消去回数が規定回数に達した最小消去単位領域と書換え消去回数に余裕がある最小消去単位領域に格納されているデータを消去し、必要なら該バッファ・メモリ上に転送されたデータの書換えを行なった後で、書換え消去回数が多い方のデータを書換え消去回数に余裕がある最小消去単位領域に書込み、書換え消去回数が少ない方のデータを書換え消去回数が規定回数に達した最小消去単位領域に書込むという処理を行なっている。

【0022】

【発明が解決しようとする課題】フラッシュ・メモリを適用した補助記憶装置の管理方式における従来の寿命延長手段には以下に述べる問題がある。

【0023】即ち、

① 最小消去単位領域を単位としてデータの書込みを行なうので、特に、一のデータの規模が小さい場合には最小消去単位領域の記憶密度が低く、フラッシュ・メモリの利用効率が悪くなる。

【0024】② 通信装置や情報処理装置においては、特定のデータに書換えが集中することが多い。この場合、特定のデータに特定の最小消去単位領域を固定的に割り当てる従来の方式では、書換えの頻度が高いデータに割り当てられた最小消去単位領域は早く書換え消去の規定回数に達して、書換え消去回数が少ない最小消去単位領域との間でデータの入れ換えをしなければならない。つまり、格納されるデータの性質の違いによって最小消去単位領域毎の書換え消去回数を平均化することができず、特定の最小消去単位領域の書換え消去回数が突出し、当該最小消去単位領域は早期に使用不能になる。

【0025】そうなった最小消去単位領域は使用しないようにして、当該最小消去単位領域に格納されていたデータには新たな最小消去単位領域を割り当てるということをして、その最小消去単位領域も早期に使用不能になる。従って、フラッシュ・メモリのチップ自体が早期に使用不能に陥る。

【0026】これを避けるために、上記のように書換え消去回数が規定回数に達した最小消去単位領域に格納されているデータと、書換え消去回数が少ないために該書換え消去回数が規定回数に達した最小消去単位領域に書換えられるデータを入れ換えることをする。しかし、これについても下記の問題がある。

【0027】即ち、入れ換えを行なうに当たっては、書換え消去回数が規定回数に達した最小消去単位領域に格納されているデータと、書換え消去回数が少ない最小消去単位領域に格納されているデータを、一旦外部のバッファ・メモリに転送して、フラッシュ・メモリ上の書換え消去回数が規定回数に達した最小消去単位領域に格納されているデータと、書換え消去回数が少ない最小消去単位領域に格納されているデータを消去した後で、格納する最小消去単位領域を交換するように該バッファ・メモリから二のデータがフラッシュ・メモリ上に再転送されて、格納しなおされる。

【0028】上記入れ換え動作を行なうために、当然、書換え消去回数が少ない最小消去単位領域の検索を行なう必要がある。この検索を行なっている時間にはフラッシュ・メモリへのデータの書込み及びフラッシュ・メモリからのデータの読出しを行なうことはできない。

【0029】又、上記二のデータの入れ換え時のフラッシュ・メモリとバッファ・メモリ間のデータ転送と、フラッシュ・メモリ上の入れ換え対象の最小消去単位領域の記憶内容を消去をしている間にもフラッシュ・メモリへのデータの書込み及びフラッシュ・メモリからのデータの読出しを行なうことはできない。

【0030】従って、上記入れ換え動作は通信装置や情報処理装置本来の処理能力を低下させることになる。

③ フラッシュ・メモリに格納されているデータの書換えを行なう時、書換え対象となるデータを格納している最小消去単位領域内の全データを一旦バッファ・メモリに転送してからフラッシュ・メモリ上の最小消去単位領域に格納されているデータを消去し、転送先のバッファ・メモリ上でデータの書換えを行なった後で、フラッシュ・メモリの元の最小消去単位領域に転送するという処理を行なっている。このデータの転送は最小消去単位領域を単位に行なわれるので、当然、一回に転送されるデータ量が多くなる。これは、書換え消去回数が規定に達したために書換え消去回数が少ない最小消去単位領域のデータと入れ換えをする時にも同じことである。

【0031】即ち、フラッシュ・メモリからバッファ・メモリへのデータ転送とバッファ・メモリからフラッシュ・メモリへのデータ転送に長時間を要するために、通信装置や情報処理装置が本来行なうべき処理を遅延させ、通信装置や情報処理装置本来の処理能力を低下させる。

【0032】④ 二のデータの入れ換えやデータの書換えの時には、上記の如く、対象となるデータを一旦バッ

バッファ・メモリに転送し、再びフラッシュ・メモリ上にデータを転送する。この両方向の転送を高速に行なう必要があるためにバッファ・メモリには揮発性のメモリが適用される。

【0033】従って、データをバッファ・メモリに転送した後で当該バッファ・メモリの電源に断障害が発生すると、バッファ・メモリに転送されたデータが消滅するが、現状の方式では消滅したデータを復元することはできず、補助記憶装置として著しい信頼性の低下を招く。

【0034】この対策として、単純にバッファ・メモリをフラッシュ・メモリ上に設けるというのでは、フラッシュ・メモリ上の捕縄記憶本来のための領域が縮減されると共に、バッファ・メモリ領域として使用される最小消去単位領域での書換え消去回数が当然最も多くなり、当該最小消去単位領域が早く使用不可能になる。

【0035】この対策として、フラッシュ・メモリ上のバッファ・メモリ領域に対して予備領域を設けると、補助記憶本来のための記憶領域が一層縮減される。

⑤ 各最小消去単位領域毎の書換え消去回数やデータの格納位置情報等の管理情報が消失しないようにするために、フラッシュ・メモリ上にそれらを格納すると、やはり、補助記憶のための領域が縮減される。

【0036】その上、管理情報は書換え消去回数が多いので、管理情報格納領域の予備領域を設けなくてはならないことになって、補助記憶本来のための記憶領域が一層縮減されることになる。

【0037】逆に、管理情報を揮発性メモリに格納しておく場合には、電源断による管理情報の消失という問題から逃れられない。という問題である。

【0038】しかも、

⑥ 最小消去単位領域毎に書換え消去回数を計数するための計数手段を備えておく必要がある。という問題や、
⑦ 書込み不能になったフラッシュ・メモリのチップや最小消去単位領域をスキップして書込みを行なう場合のフラッシュ・メモリの管理方式がフラッシュ・メモリが正常な状態での管理方式と異なり、フラッシュ・メモリの管理方式が複雑になる。という問題もある。

【0039】本発明は、かかる問題に鑑み、最小消去単位領域内のデータ記憶密度を向上させることができ、併用される揮発性メモリ上でデータや管理情報が消失しても復元することができる上に揮発性メモリに格納した情報をバックアップのためにフラッシュ・メモリ上に格納する必要がなく、最小消去単位領域の書換え消去回数を平均化すると共に書換え消去回数を縮減することができ、最小消去単位領域毎の書換え消去回数を管理する手段を別に設ける必要がなく、データの書込み動作が最小消去単位領域の消去動作によって遅延させられることなく、更に、書込み不能なチップや書込み不能な最小消去単位領域をスキップするための管理を書込み不能なチップや最小消去単位領域がない場合と全く同様に行なう

ことができるフラッシュ・メモリの管理方式を提供することを目的とする。

【0040】

【課題を解決するための手段】第一の発明は、フラッシュ・メモリの最小消去単位領域を任意の大きさの書込み単位領域に分割して、特定の書込み単位領域を当該最小消去単位領域内の全ての書込み単位領域を管理する情報を格納する管理領域とし、当該最小消去単位領域内の残余の書込み単位領域をデータを格納する記憶領域とするフラッシュ・メモリの管理方式である。

【0041】第一の発明によれば、最小消去単位領域を分割した書込み単位領域（これは、本発明特有の概念であるために一般的な呼称はない。この明細書では原則的に“書込み単位領域”を使用する。ただ、複合語に“書込み単位領域”を使用すると表現が煩雑になる場合や、図中の表示の複雑さを避ける場合には“ブロック”を使用する。）を単位にデータの書込みを行なうことができるため、特に一のデータの平均データ量が小さい時に最小消去単位領域内の記憶密度を向上させることが可能になる。

【0042】又、上記書込み単位領域を単位にデータを取り扱うので、バッファ・メモリとの間のデータの転送に要する時間を短縮することができる。更に、該管理領域に格納している情報を参照してデータの格納位置情報や書込み開始位置情報を知ることができるので、データの書換えのためにバッファ・メモリ上に転送されたデータが消失するという障害があっても、消失したデータを復元することが可能になる。

【0043】第二の発明は、フラッシュ・メモリの各チップに消去された状態の最小消去単位領域（これを退避領域と呼ぶことにする。）を設けておき、一のチップ内では退避領域以外の最小消去単位領域にデータを書込み、当該最小消去単位領域へのデータ書込みが終了したら、前記最小消去単位領域に対応する次のチップの最小消去単位領域に書込み位置を移動してゆく。そして、全てのチップの退避領域以外の最小消去単位領域全てにデータを書き込んだ時には最初のチップに戻って書込みを行なうが、その際に、以前は退避領域であった最小消去単位領域に、当該最小消去単位領域と特定の位置関係にある記憶領域であった最小消去単位領域に格納されている有効なデータを移動した後で当該最小消去単位領域に継続するデータを書き込み、有効なデータの移動元となった最小消去単位領域を新たな退避領域にするフラッシュ・メモリの管理方式である。

【0044】第二の発明により、チップ内に消去された状態の退避領域を設定しているので常にチップ内に使用可能な記憶領域を確保できる。そして、退避領域は書込みが進むにつれて交代するので、各最小消去単位領域の書換え消去回数を平均化することができる。

【0045】又、上記のように、最小消去単位領域に順

番にデータを格納してゆく方式であるので、従来の技術のように、特定の書込み単位領域において書換え消去回数が規定回数に達した時に書換え消去回数が少ない書込み単位領域を検索する必要がなくなる。従って、書換え消去回数が少ない書込み単位領域を検索することによってデータの書込み動作が遅延させられることがなくなる。

【0046】第三の発明は、特定のデータに対して特定の格納位置を割り当てるのではなく、特定のデータに対する書換え要求が発生した場合には新たな格納位置に書換えデータを格納し、以前に格納していた当該特定データを無効データとして扱うフラッシュ・メモリの管理方式である。

【0047】第三の発明によれば、特定のデータに対する書換え要求の度に当該データを格納している特定の領域を書換え消去する必要がなくなるので、書換え消去回数の平均化を図ることが可能になると共に、書換え回数が多いデータに対する最小消去単位領域当たりの書換え消去回数を縮減することが可能になる。

【0048】第四の発明は、上記管理領域にデータの書込みの度に歩進する最小消去単位領域の認識番号を設定するフラッシュ・メモリの管理方式である。第四の発明により、管理領域に設定されるデータの書込みの度に歩進する最小消去単位領域の認識番号により、当該最小消去単位領域ひいては当該チップにおいて行なわれた書換え消去の回数が判るので、書換え消去回数を計数するためだけの機能と計数結果を格納するためだけの領域を準備する必要がなくなる。

【0049】第五の発明は、一のチップ内の最小消去単位領域に対する書込みが終了して次のチップに書込みが移るタイミングを、先に書込みが終了したチップにおいて新たに退避領域となる最小消去単位領域の消去タイミングとするフラッシュ・メモリの管理方式である。

【0050】第五の発明により、最小消去単位領域での書込みが終了したチップにおいて新たに退避領域となる最小消去単位領域の消去を行ない、それとは異なる次のチップでデータの書込みを行なってゆく、即ち消去動作と書込み動作が異なるチップで同時に行なわれることになるので、消去動作と書込み動作を全く独立に行なうことができる。これによって、データを消去している間書込み動作を待たせておく必要がないために、通信装置や情報処理装置本来の処理性能を低下させることがなくなる。

【0051】第六の発明は、データの書込みの度に歩進する最小消去単位領域の認識番号を、書込み不能となった最小消去単位領域にも暫定的に設定するフラッシュメモリの管理方式である。

【0052】第六の発明により、書込み不能な最小消去単位領域又はチップへの書込みをスキップしても、書込み可能な最小消去単位領域に付与される認識番号には変

化がないので、全ての管理を最小消去単位領域又はチップの劣化の有無とは無関係に行なうことができ、管理のための中央処理ユニットの負担を軽減できる。

【0053】第七の発明は、フラッシュ・メモリの外部に高速な揮発性メモリによるバッファ・メモリを設け、該バッファ・メモリのフラッシュ・メモリに格納するデータ番号に等しいアドレスに、フラッシュ・メモリ上の当該データ番号のデータを格納する格納位置を記憶すると共に、フラッシュ・メモリ上で次に書込みを行なうべき最小消去単位領域や書込み単位領域の番号を記憶するフラッシュ・メモリの管理方式である。

【0054】第七の発明により、フラッシュ・メモリの管理を高速にできると共に、フラッシュ・メモリ上の管理領域に格納される管理情報との併用によって、バッファ・メモリに電源障害が生じてもバッファ・メモリの格納内容を復元できるために、フラッシュ・メモリの管理の信頼性を向上させることができる。

【0055】第八の発明は、書込み不能な最小消去単位領域の位置情報を、フラッシュ・メモリに格納するデータと同じ扱いにして、フラッシュ・メモリ上に格納するフラッシュ・メモリの管理方式である。

【0056】第八の発明により、書込み不能な最小消去単位領域の位置情報を信頼性よく格納することが可能になり、しかも、新たに書込み不能な最小消去単位領域が発生した場合には先に書込み不能になっていた最小消去単位領域の位置情報も含めて新たな記憶領域に格納し、先に書込み不能な最小消去単位領域の位置情報を格納していた記憶領域のデータを無効扱いにするために、書込み不能な最小消去単位領域を格納するための記憶領域を肥大化させることがなくなる。

【0057】第九の発明は、書込みを行なう最小消去単位領域の認識番号の代わりに、当該最小消去単位領域に対するデータの書込み状態を表示する符号を前記管理領域に格納するフラッシュ・メモリの管理方式である。

【0058】第九の発明により、簡単な符号によって最小消去単位領域へのデータの書込み状態を把握することができるようになる。

【0059】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の最小消去単位領域の構成で、フラッシュ・メモリのチップ構成と共に示してある。

【0060】図1において、1はフラッシュ・メモリのチップであり、10、11、12及び13は該チップ内の最小消去単位領域である。該最小消去単位領域の記憶容量は、例えば、公称64KB（キロ・バイト）である。

【0061】更に、101、102、103及び104は該最小消去単位領域10を構成する書込み単位領域である。該書込み単位領域の記憶容量は、例えば、512B（バイト）で、各々の書込み単位領域の記憶容量が等

しいものとすれば、この場合には一の最小消去単位領域は128の書込み単位領域に分割されている。

【0062】128ある書込み単位領域のうち、特定の書込み単位領域を当該最小消去単位領域に格納されるデータを管理する情報を格納する管理領域とし、残余の書込み単位領域をデータを格納する記憶領域とする。図1には、最小消去単位領域内の先頭の書込み単位領域が管理領域とされる例が示されている。

【0063】管理領域となる書込み単位領域は、この例の場合には、4Bずつ128のデータ管理領域に分割されていて、各々のデータ管理領域には#0から#127の番号が付与される。

【0064】又、記憶領域となる残り127の書込み単位領域には#1から#127の番号が付与される。この記憶領域となる書込み単位領域に付与される#1から#127の番号は該管理領域を分割した該データ管理領域に付与される#1から#127の番号に対応している。

【0065】そして、番号#0のデータ管理領域にはデータの書込み毎に歩進する最小消去単位領域の認識番号（これを、後述するように論理セクタ番号と呼ぶ。）などが格納される。この意味で、番号#0のデータ管理領域を論理セクタ番号領域と呼ぶこともある。

【0066】又、番号#1から#127のデータ管理領域には、それに対応する書込み単位領域毎の管理情報が格納される。尚、論理セクタ番号領域及びデータ管理領域に如何なる情報が格納されるかは、図4及び図5を用いて具体的に後述する。

【0067】フラッシュ・メモリへのデータの書込みは、該書込み単位領域を単位として行なう。この意味は、データを書込んでゆく際、或る書込み単位領域の記憶容量を満たしても書込み対象のデータが残る場合、次の書込み単位領域に継続して書込み、当該書込み単位領域の記憶容量を満たす前に当該データが終了した場合、今データの書込みが終了した書込み単位領域の次の書込み単位領域から次のデータの書込みを開始するということである。

【0068】上記の如く、データの書込みが該書込み単位領域を最小単位として行なわれるので、一のデータの規模が比較的小さい場合でも、最小消去単位領域内の記憶密度を向上させることが可能になる。即ち、フラッシュ・メモリの利用効率を高くすることができる。

【0069】又、書込み単位領域を単位にデータを格納するということは、データの書換えを行なう際のバッファ・メモリとの間のデータの転送は上記書込み単位領域を単位として行ない、従来の如く最小消去単位領域を単位とした転送は行なわないので、フラッシュ・メモリとバッファ・メモリとの間のデータの転送に要する時間を縮減することができる。

【0070】ところで、データの書込みを書込み単位領域を単位にして行なうのが原則であるが、データの転送

は書込み単位領域を単位にすることには限定されない。これは、フラッシュ・メモリでは任意の領域を単位にデータの転送が可能であるためであり、例えば、管理領域中のデータ管理領域毎に転送することは可能である。

【0071】さて、上記においては、最小消去単位領域の容量を64KBとし、書込み単位領域の容量を512Bとして、最小消去単位領域を128の書込み単位領域に分割する例を説明したが、この容量及び分割数をどう決めるかは設計上の事項で、任意である。

【0072】又、全ての書込み単位領域の容量を等しくすることも必須ではない。管理領域内のデータ管理領域の数と、管理領域と記憶領域を含めた全ての書込み単位領域の数が等しければ、管理領域に格納する情報によって記憶領域となる全ての書込み単位領域を管理することができるからである。但し、書込み単位領域の容量が等しくない場合には、対応するデータ管理領域に当該書込み単位領域の絶対番地の範囲を格納しておくことが必要になるなど、管理が若干複雑になる。従って、全ての書込み単位領域の容量を等しくするのが好ましい実施態様である。

【0073】既に述べた如く、フラッシュ・メモリのチップは複数の最小消去単位領域によって構成されるが、本発明においては、該複数の最小消去単位領域には固定的に付与される番号と、書込みを行なう度に歩進して付与される番号とが設定される。

【0074】前者は、特定の最小消去単位領域に固定的に付与される番号なので、最小消去単位領域の物理的な位置に固有の番号である。ところで、最小消去単位領域はセクタと呼ばれることが多いから、複合語が煩雑になるのを避けるために、これを物理セクタ番号と名付けることにする。

【0075】後者は、特定の最小消去単位領域に固定的には付与されず、書込みを行なう度に歩進して付与される番号で、当該最小消去単位領域の認識番号としての意味を持つので、論理セクタ番号と名付けることにする。

【0076】図2は、物理セクタ番号と論理セクタ番号のふり方（その1）で、1チップのフラッシュ・メモリ内での物理セクタ番号と論理セクタ番号のふり方を、フラッシュ・メモリのチップが五の最小消去単位領域で構成される例を用いて説明するものである。

【0077】図2において、1はフラッシュ・メモリ、10乃至14は各々該フラッシュ・メモリ1を構成する最小消去単位領域である。物理セクタ番号は、各々の最小消去単位領域に固定的に付与される。図2では最小消去単位領域10には#0、最小消去単位領域11には#1、最小消去単位領域12には#2、最小消去単位領域13には#3、最小消去単位領域14には#4を物理セクタ番号として付与する例が示されている。

【0078】論理セクタ番号は、書込みの度に歩進するので、書込み回数に対応して変わってゆく。即ち、論理

セクタ番号はフラッシュ・メモリ中の書込みを行なった、或いはこれから書込みを行なう最小消去単位領域の位置を意味する。

【0079】ところで、全ての最小消去単位領域のうちの最小消去単位領域は消去された状態の退避領域としておき、退避領域となっている間には当該最小消去単位領域には論理セクタ番号を付与しない。

【0080】いま、初期状態では最小消去単位領域10から最小消去単位領域13までを記憶領域とし、最小消去単位領域14を退避領域としている場合について論理セクタ番号の付与の仕方を説明する。

【0081】この場合、記憶領域である最小消去単位領域10乃至最小消去単位領域13には論理セクタ番号が付与され、退避領域である最小消去単位領域14には論理セクタ番号は付与されない。論理セクタ番号が付与されていないことは、論理セクタ番号の全ビットに“1”を立てて表示する。(論理セクタ番号がどこに格納されるかは、図4を用いて後述する。)

論理セクタ番号の付与の仕方は任意であるが、物理セクタ番号との対応が明瞭になることが好ましいので、初期状態では最小消去単位領域10乃至最小消去単位領域13には物理セクタ番号と同じ番号を論理セクタ番号として付与する。

【0082】記憶領域である全ての最小消去単位領域に書込みが行なわれると、次の書込み機会には初期状態に退避領域であった最小消去単位領域に書込みを行ない、記憶領域であった最小消去単位領域の内のいずれかを退避領域に変更する。

【0083】この、記憶領域と退避領域の変更の管理を最も簡単にするには、記憶領域から退避領域に変更される最小消去単位領域の順番も物理セクタ番号に対応していることが好ましいので、今の場合に新たに退避領域に変更されるのは物理セクタ番号#0を付与されている最小消去単位領域10である。

【0084】この時、退避領域から記憶領域に変更になった最小消去単位領域に初めて論理セクタ番号が付与される。初期状態では最小消去単位領域10乃至最小消去単位領域13には物理セクタ番号と同じ番号#0、#1、#2、#3を論理セクタ番号として付与しているから、論理セクタ番号の連続性を保つために、新たに記憶領域となる最小消去単位領域14にも物理セクタ番号と同じ#4を論理セクタ番号として付与する。

【0085】そして、新たに退避領域になった最小消去単位領域10には論理セクタ番号を付与しない。尚、フラッシュ・メモリに一度も書込みが行なわれていない状態も、論理セクタ番号の全ビットに“1”をたてて表示するが、この状態では全ての最小消去単位領域の論理セクタ番号が全ビット“1”になっている。

【0086】又、論理セクタ番号が最大になると全ビットに“1”がたつ。これは、唯一の最小消去単位領域を

表示するものである。一方、上記の如く退避領域の論理セクタ番号にも全ビット“1”が立てるが、これはチップに一つの最小消去単位領域に設定される。

【0087】従って、論理セクタ番号に全ビット“1”が立つケースは三あるが、フラッシュ・メモリに一度も書込みが行なわれていない状態なのか、その最小消去単位領域が退避領域になっている状態なのか、及び、論理セクタ番号が最大になったのかは、上記の事実を参照すれば判別することができる。

【0088】さて、前記の状態で最小消去単位領域14(今の論理セクタ番号は#4)に書込みが行なわれて、その全ての書込み単位領域にデータが書き込まれると、その直前に退避領域となっていた最小消去単位領域、即ち最小消去単位領域10に書込みを行なうようにし、残りの最小消去単位領域のいずれかを退避領域に変更する。

【0089】全ての最小消去単位領域に対して退避領域になる頻度を平均化するのが好ましく、物理セクタ番号順に退避領域にするのが最も管理が簡単になるので、この時には最小消去単位領域11を新たに退避領域にする。

【0090】この時には、新たに退避領域から記憶領域に変わる最小消去単位領域10の論理セクタ番号は、論理セクタ番号の連続性に配慮して#5とする。以降も、同様にして、退避領域から記憶領域に変わる最小消去単位領域には、それまでの最大の論理セクタ番号と連続性のある論理セクタ番号を付与してゆく。尚、図2において各々の最小消去単位領域を表示する矩形の中に、例えば物理セクタ番号が#0の最小消去単位領域では、#0、退避、#5が矢印で結ばれて示されているが、これは物理セクタ番号が#0の最小消去単位領域における論理セクタ番号の変化を示しており、退避領域になっている時には論理セクタ番号が付与されないの“退避”と表示している。

【0091】このように、チップ内にデータが消去された状態の最小消去単位領域を退避領域として設けているので、常にチップ内に書込み可能な最小消去単位領域を確保でき、且つ、退避領域となっている最小消去単位領域はその時に記憶領域となっている全ての最小消去単位領域への書込みが終了すると、記憶領域となっている最小消去単位領域のいずれかと必ず交代するので、各最小消去単位領域の書換え消去回数を平均化することができる。

【0092】さて、今の場合、フラッシュ・メモリ1チップが五の最小消去単位領域から構成されていて、初期状態に退避領域になっている最小消去単位領域を除いては物理セクタ番号と同じ番号を論理セクタ番号として付与しており、退避領域から記憶領域に変わる最小消去単位領域には既に付与されている論理セクタ番号に連続するように論理セクタ番号を付与するから、書込みの周回

回数を n 回目(n は正の整数)とすると、物理セクタ番号が $\#NP$ (NP は0及び正の整数)の最小消去単位領域に付与される論理セクタ番号 $\#NL$ (NL は0及び正の整数)は次の式で与えられる。

$$【0093】 \#NL = \#NP + 5 \times (n - 1)$$

チップ内の最小消去単位領域数を m (m は正の整数)とすれば、論理セクタ番号 $\#NL$ と物理セクタ番号 $\#NP$ の関係は一般的に次の式で与えられる。

$$【0094】 【式1】$$

$$\#NL = \#NP + m \times (n - 1)$$

更に、書き込みの周回回数が1回目の間には最小消去単位領域毎の書き換え消去回数は0であり、書き込みの周回回数が2回目になると書き換え消去が行なわれるようになり、上記で明らかな如く、2回目の周回が終わった時に全ての最小消去単位領域で1回の書き換え消去が行なわれている。

【0095】従って、最小消去単位領域毎の書き換え消去回数 W は次の式で与えられる。

$$W = n - 1$$

一方、【式1】より周回回数 n と物理セクタ番号 $\#NP$ 及び論理セクタ番号 $\#NL$ の関係が導かれているので、最小消去単位領域毎の書き換え消去回数 W は次の式で与えられる。

$$【0096】 【式2】$$

$$W = (\#NL - \#NP) / m$$

【式2】において、特定の最小消去単位領域について見ると物理セクタ番号 $\#NP$ 及び最小消去単位領域数 m は定数であるので、論理セクタ番号を見るだけで書き換え消去回数を知ることができることが理解されよう。

【0097】そして、論理セクタ番号は書き込み位置を意味するので、【式2】は書き込み位置だけを見ていれば最小消去単位領域毎の書き換え消去回数を知ることができることを表している。

【0098】従って、特別に最小消去単位領域毎に書き換え消去回数を計数する手段も、該計数の結果を格納する領域も不要であるので、フラッシュ・メモリの管理を簡略化できると共に、フラッシュ・メモリ内の記憶領域を効率よく使用することができる。

【0099】又、新たに退避領域になるべき最小消去単位領域の論理セクタ番号と、退避領域から記憶領域に変わる最小消去単位領域の論理セクタ番号との関係も一義的に求めることができる。

【0100】上記の如く、1回目の周回が終わった時点で退避領域であった最小消去単位領域14には $\#4$ なる論理セクタ番号が与えられ、 $\#0$ なる論理セクタ番号の最小消去単位領域10が退避領域に変わる。次には、最小消去単位領域10が記憶領域になって $\#5$ なる論理セクタ番号が与えられ、最小消去単位領域11が新たな退避領域に変わる。以降、同様なルールで退避が行なわれる。

【0101】新たに退避領域に変わる最小消去単位領域に付与されていた論理セクタ番号を $\#NL1$ 、退避領域から記憶領域に変わる最小消去単位領域に付与される論理セクタ番号を $\#NL2$ とすると、フラッシュ・メモリを構成する最小消去単位領域数が5の場合には、

$$\#NL1 = \#NL2 - (5 - 1)$$

の関係があることが容易に判る。従って、チップ内の最小消去単位領域数である m を用いて一般的に現わすと、上の式は

$$【式3】$$

$$\#NL1 = \#NL2 - (m - 1)$$

と表わすことができる。

【0102】即ち、新たに退避領域に変わる最小消去単位領域に付与されていた論理セクタ番号 $\#NL1$ 、退避領域から記憶領域に変わる最小消去単位領域に付与される論理セクタ番号 $\#NL2$ の一方を把握していればもう一方は簡単な式から求められるので、本発明による退避領域と記憶領域の交代の管理は簡単に行なうことができる。実際には、退避領域には論理セクタ番号が付与されないので、【式3】は退避領域から記憶領域に変わる最小消去単位領域の論理セクタ番号を求める時に使われることになる。

【0103】さて、上記においては最初の最小消去単位領域に物理セクタ番号 $\#0$ を付与し、以降昇順で各々の最小消去単位領域に物理セクタ番号を付与する方式を例に説明したが、最初の最小消去単位領域に最大の物理セクタ番号を付与し、降順で各々の最小消去単位領域に物理セクタ番号を付与することも許される。

【0104】又、上記では0及び連続した整数を用いて物理セクタ番号を付与しているが、必ずしも0及び連続した整数を用いる必要性はない。例えば、2つおきや5つおきに物理セクタ番号を付与してもよい。

【0105】但し、0及び連続した整数を用いて物理セクタ番号を付与する方が、付与とその管理を簡略化できる利点を持っている。特に、人間が考える時に最も誤りが少ない。

【0106】同様に、論理セクタ番号においても、昇順に番号を付与すべき理由はなく、0及び連続した整数を用いる必要性もない。しかし、最も簡単に物理セクタ番号と論理セクタ番号を関連付けるためには、0及び連続した整数によって物理セクタ番号が昇順に付与される場合には、論理セクタ番号も同じように付与するのが望ましい。

【0107】図3は、物理セクタ番号と論理セクタ番号のふり方(その2)で、複数チップのフラッシュ・メモリによって補助記憶装置が構成される場合の物理セクタ番号と論理セクタ番号のふり方を示す。尚、ここにはチップ数が三で、各々のチップが五の最小消去単位領域で構成されている例によって説明する。

【0108】図3において、1、2及び3はフラッシュ

・メモリのチップである。該フラッシュ・メモリのチップにはチップ番号が付与されている。ここではチップ1のチップ番号が#0、チップ2のチップ番号が#1、チップ3のチップ番号が#2であるとする。

【0109】図2の場合と同様に、該フラッシュ・メモリのチップは各々最小消去単位領域に分割されていて、それらに物理セクタ番号と論理セクタ番号が後述するように割りつけられる。

【0110】このように、色々な意味の数字が出てくるために、図2と同じように最小消去単位領域に数字による符号をふって説明すると混乱の元になるので、最小消去単位領域には符号をふらず、以降においては“チップ番号が幾つで物理セクタ番号が幾つの最小消去単位領域”という表現の仕方での説明をする。

【0111】複数チップのフラッシュ・メモリで補助記憶装置が構成される場合には、書換え消去回数をチップ間で平均化するために、任意のチップの最小消去単位領域への書込みが終了したら必ず異なるチップに書込みを移動し、しかも、任意のチップに書込みが行われない間に特定のチップで複数回書込みが行われることを避ける必要がある。これを最も簡単に行なうことができるのは、チップ順に書込みを移動してゆく方法である。

【0112】そして、任意のチップから次のチップに書込みを移動する時にも、任意の最小消去単位領域で書込みが行われない間に特定の最小消去単位領域で複数回の書込みが行われない限り、各々の最小消去単位領域への書込み順は任意であるが、任意のチップの r (r は正の整数) 番目の最小消去単位領域への書込みが終了した時に、次のチップの r 番目の最小消去単位領域に移って書込みを行ない、こうして順次書込みを続けて元のチップに戻った時には先に書込みを行なった r 番目の最小消去単位領域の次の($r+1$) 番目の最小消去単位領域に書込みを行なうという手順で書込みをしてゆくのが最も簡単な方法である。

【0113】そして、任意のチップで記憶領域となっている最小消去単位領域全てに書込みが行なわれた後は、当該チップで次に書込みを行なうのはそれまで退避領域となっていた最小消去単位領域で、その最小消去単位領域と特定の関係にある記憶領域になっている最小消去単位領域が新たに退避領域に変わる。

【0114】上記の書込み順序との整合性がよいことが好ましいので、物理セクタ番号と論理セクタ番号は下記のように付与する。即ち、初期状態では各チップの最後の最小消去単位領域を退避領域としておき、チップ番号が#0のチップの最初の最小消去単位領域に物理セクタ番号#0を付与し、物理セクタ番号#1はチップ番号#1の最初の最小消去単位領域に付与し、物理セクタ番号#2はチップ番号#2の最初の最小消去単位領域に付与する。

【0115】今の場合、チップ数が3であるので、次に

はチップ番号#0のチップの2番目の最小消去単位領域に物理セクタ番号#3を付与し、以降は上記と同じ順序でチップ番号#2のチップの2番目の最小消去単位領域まで物理セクタ番号を付与してゆく。

【0116】以降は上記のルールで、退避領域と記憶領域とは無関係に、物理セクタ番号を付与してゆく。従って、チップ番号が#NC (NCは0又は正の整数) のチップの p (p は正の整数) 番目の最小消去単位領域の物理セクタ番号#NPは、チップ数が3である今の例では次の式で与えられる。

$$\text{【0117】 } \#NP = \#NC + 3 \times (p - 1)$$

上の式でチップ数を q (q は正の整数) として一般的な表現に直すと

【式4】

$$\#NP = \#NC + q \times (p - 1)$$

が得られる。

【0118】次に、図3の構成における論理セクタ番号の付与の仕方を説明する。複数チップの場合にも単一チップの場合と同様に、論理セクタ番号は書込みの度に歩進するので、論理セクタ番号は書込み回数に対応して書込み位置を意味する。

【0119】又、チップ内の一の最小消去単位領域を退避領域とすることも1チップの場合と同じである。今は、初期状態ではチップ内の最後の最小消去単位領域を退避領域としておく例を示す。そして、退避領域には論理セクタ番号が付与されないことも1チップの場合と同じである。

【0120】さて、上記の如く論理セクタ番号は書込みの度に歩進するものであり、物理セクタ番号は上記の如く書込み順を考慮して付与しているので、論理セクタ番号は物理セクタ番号に対応するように付与するのが好ましい。

【0121】そこで、物理セクタ番号が#0の最小消去単位領域には、まず#0なる論理セクタ番号を付与して書込んでゆき、当該最小消去単位領域の全ての書込み単位領域に書込みが行なわれた時には、物理セクタ番号が#1の最小消去単位領域に#1なる論理セクタ番号を付与して書込みをし、当該最小消去単位領域の全ての書込み単位領域に書込みが行なわれた時には、物理セクタ番号が#2の最小消去単位領域に#2なる論理セクタ番号を付与して書込みをする。

【0122】物理セクタ番号が#2の最小消去単位領域への書込みが終了した段階で3チップ目までの最初の最小消去単位領域への書込みが終了したので、次は最初の(チップ番号#0の)チップに戻って物理セクタ番号が#3の最小消去単位領域に書込みを行なう。この時、論理セクタ番号に連続性を持たせるのが好ましいので、当該最小消去単位領域に#3なる論理セクタ番号を付与する。

【0123】こうして、最小消去単位領域に、物理セク

タ番号順に物理セクタ番号と同じ論理セクタ番号を付与しながら書込みを続けてゆくと、初期状態で記憶領域となっていた最小消去単位領域の全てに書込みが行なわれ、それらの最小消去単位領域の各々に物理セクタ番号と等しい論理セクタ番号が付与される。それらは、図3においては、論理セクタ番号#0から論理セクタ番号#11である。(これら論理セクタ番号は、図3において最小消去単位領域を示す矩形の中に、論理セクタ番号の変化を示す矢印と共に表示されている。)

物理セクタ番号が#11(今は論理セクタ番号も#11である。)の最小消去単位領域までの全ての最小消去単位領域に書込みがされた時には、前述のように、チップ番号#0のチップに戻って書込みを行なう。

【0124】この時には、チップ番号#0のチップにおいて、初期状態に記憶領域であった四の最小消去単位領域には全て書込みがなされているので、退避領域となっている物理セクタ番号#12の最小消去単位領域に書込みを行なうようにして、物理セクタ番号#0の最小消去単位領域を新たに退避領域に変える。

【0125】この時、番号の連続性から、物理セクタ番号#12の最小消去単位領域には#12なる論理セクタ番号が付与され、新たに退避領域になった物理セクタ番号#0の最小消去単位領域は論理セクタ番号は付与されない。

【0126】物理セクタ番号#12の最小消去単位領域が書込みデータで一杯になると(正確には、物理セクタ番号#12の最小消去単位領域を構成する全ての書込み単位領域にデータが書込まれると、の意味である。)、物理セクタ番号#13の最小消去単位領域を退避領域から記憶領域に変えて#13なる論理セクタ番号を付与し、その代わりに物理セクタ番号#1の最小消去単位領域を論理セクタ番号のない退避領域に変える。

【0127】こうして順次書込みを行なってゆき、物理セクタ番号#14の最小消去単位領域が書込みデータで一杯になると、再びチップ番号が#0のチップに戻って書込みを継続する。

【0128】この時には、退避領域となっている物理セクタ番号#0の最小消去単位領域を記憶領域に変えて、先に書込みを行なったチップ番号#2の物理セクタ番号#14の最小消去単位領域に付与された論理セクタ番号#14に連続した#15なる論理セクタ番号を付与し、物理セクタ番号#3の最小消去単位領域を論理セクタ番号がない退避領域に変える。

【0129】以降、上記のルールで各々の最小消去単位領域に論理セクタ番号を付与してゆく。従って、物理セクタ番号が#NPである最小消去単位領域には、チップ内の最小消去単位領域数をm、周回回数をn(回目)、チップ数をqとすれば、次の式で与えられる論理セクタ番号#NLが付与される。

【0130】〔式5〕

$$\#NL = \#NP + (n - 1) \times m \times q$$

〔式5〕において、m及びqは定数であるので、論理セクタ番号#NLは物理セクタ番号#NPと周回の回数nを把握していれば簡単に決めることができる。逆に、周回回数nは物理セクタ番号、論理セクタ番号を把握していれば簡単に求めることができる。

【0131】又、任意の時点に記憶領域から退避領域に変わる最小消去単位領域に付与されていた論理セクタ番号を#NL1、それと同じ時に退避領域から記憶領域に変わる最小消去単位領域に付与される論理セクタ番号を#NL2とすれば、

〔式6〕

$$\#NL1 = \#NL2 - (m - 1) \times q$$

なる関係が導かれる。

【0132】即ち、〔式6〕においてmとqは定数であるから、記憶領域から退避領域に変わる最小消去単位領域に付与されていた論理セクタ番号#NL1、退避領域から記憶領域に変わる最小消去単位領域に付与される論理セクタ番号#NL2の一方を把握していればもう一方は簡単に求められる。実際には、退避領域には論理セクタ番号が付与されないのので、〔式6〕は退避領域から記憶領域に変わる最小消去単位領域に論理セクタ番号を付与するために使われる。

【0133】又、必ずチップ内に退避領域となる最小消去単位領域を設定しているので、常にチップ内に書込み可能な記憶領域を確保できる。更に、退避領域は書込みが進むにつれて上記のように順番に交代するので、チップ内の各最小消去単位領域の書換え消去回数を平均化することができ、同時にチップ間の書換え消去回数も平均化することができる。

【0134】そして、各最小消去単位領域毎の書換え消去は1回の周回毎に1回行なわれ、1回目の周回では書換え消去は行なわれないので、各最小消去単位領域の書換え消去回数は周回回数nから1を引いた数に等しくなる。

【0135】しかも、周回回数nは〔式5〕より

〔式7〕

$$n = (\#NL - \#NP) / (m \times q) + 1$$

のように与えられる。

【0136】故に、最小消去単位領域毎の書換え消去回数Wは次の式で表わされる。

〔式8〕

$$W = (\#NL - \#NP) / (m \times q)$$

従って、最小消去単位領域毎に書換え消去回数をカウントする手段やカウント結果を格納する手段を設けなくても、特定のフラッシュ・メモリのチップにおいては#NP、mが定数であり、qも定数であるので、書換え消去回数は書込み位置を意味する論理セクタ番号を把握していれば求めることができる。

【0137】上記においては最初の最小消去単位領域に

物理セクタ番号#0を付与し、以降昇順で各々の最小消去単位領域に物理セクタ番号を付与する方式を例に説明したが、最初の最小消去単位領域に最大の物理セクタ番号を付与し、降順で各々の最小消去単位領域に物理セクタ番号を付与することも許される。

【0138】又、上記では0及び連続した整数を用いて物理セクタ番号を付与しているが、必ずしも0及び連続した整数を用いる必要性はない。例えば、二つおきや五つおきに物理セクタ番号を付与してもよい。

【0139】但し、0及び連続した整数を用いて物理セクタ番号を付与する方が、付与とその管理を簡略化できる利点を持っている。特に、人間が考える時に誤りが最も少なくなる。

【0140】同様に、論理セクタ番号においても、昇順に番号を付与すべき理由はなく、0及び連続した整数を用いる必要性もない。しかし、最も簡単に物理セクタ番号と論理セクタ番号を関連付けるためには、0及び連続した整数によって物理セクタ番号が昇順に付与される場合には、論理セクタ番号も同じように付与するのが望ましい。

【0141】更に、上記ではチップ番号の順番に書込みを行なうと説明したが、これは、チップ間での書込みの順番を特定するものではない。何故なら、任意のチップに書込みが行なわれない間に特定のチップに複数回の書込みを行なうことがないようにすることは、チップ番号の順とは異なる順番でも可能なことからであり、しかも、チップ番号をその書込みの順番通りにふり直せば、結局チップ番号順に書込みを行なうことになるからである。

【0142】さて、本発明においては、上記の順番で書込みを行なうので、特定のデータに対して特定の記憶領域を割り当てることはしない。つまり、既に格納しているデータに書換えを施す時にも、次に書込みが可能な書込み単位領域に書換えデータを格納し、既に格納しているデータを無効データとする。

【0143】従来の技術の如く、特定のデータに対して特定の書込み単位領域を割り当てると、書換えが頻繁に生ずるデータに割り当てられた書込み単位領域を含む最小消去単位領域の書換え消去回数が急速に増えてゆき、当該最小消去単位領域の消去回数が早期に規定回数になるのに対して、上記の管理方式によって書換え消去回数を平均化でき、特定の最小消去単位領域の書換え消去回数が突出することを防止できるので、最小消去単位領域の寿命、ひいてはフラッシュ・メモリの寿命を引き延ばすことが可能になる。

【0144】図4は、論理セクタ番号領域のビット・マップである。図4において、ビット番号31の最上位ビット(MSB)に挿入されるAは、この論理セクタ番号領域が管理する最小消去単位領域に有効データが格納されているか否かを表すフラグ(有効データ表示フラグと

呼ぶことにする。)で、例えば、 $A=0$ の時に有効データが格納されていることを示し、 $A=1$ の時に有効データが格納されていないことを示す。

【0145】従って、該有効データ表示フラグによって当該最小消去単位領域におけるデータ格納状態を判断することができる。そして、ビット番号30のビットからビット番号0のビット(LSB)までの領域に論理セクタ番号が格納される。

【0146】尚、上記論理セクタ番号領域に物理セクタ番号を格納しても差し支えないが、物理セクタ番号はプログラム設定が可能なので、必ずしも論理セクタ番号領域に格納する必要はない。

【0147】図5は、データ管理領域のビット・マップである。ビット番号31の最上位ビットは、このデータ管理領域が管理する書込み単位領域に格納されているデータが当該データの先頭であるか否かを表示するビット(先頭表示ビットと呼ぶことにする。)Bで、例えば、 $B=1$ の時にはこのデータ管理領域が管理する書込み単位領域に格納されているデータが当該データの先頭であること(図5では“先頭ブロック”と表現している。)を示し、 $B=0$ の時にはこのデータ管理領域が管理する書込み単位領域に格納されているデータが当該データの先頭ではない、即ち継続データであること(図5では“第2ブロック以降”と表現している。)を示す。

【0148】ビット番号30のMSBから2ビット目は、このデータ管理領域が管理する書込み単位領域に格納されているデータ以降に継続するデータがあるか否かを表示するビット(継続表示ビットと呼ぶことにする。)Cで、例えば、 $C=1$ の時には次の書込み単位領域(図5では次ブロックと表現している。)に継続データがあることを示し、 $C=0$ の時には次の書込み単位領域に継続データがない、即ち、この書込み単位領域に格納されているデータが当該データの最終であることを示す。

【0149】即ち、 $B=1$ 且つ $C=1$ は、当該書込み単位領域に格納されているデータは当該データの先頭であって、次の書込み単位領域に当該データが継続して格納されていることを示し、 $B=1$ 且つ $C=0$ は、当該書込み単位領域に格納されているデータが当該データの先頭であって、次の書込み単位領域にはデータが継続していない、即ち、当該データは当該書込み単位領域に格納されているデータだけで成り立っていることを示し、 $B=0$ 且つ $C=1$ は、当該書込み単位領域に格納されているデータは当該データの先頭ではなく、次の書込み単位領域にデータが継続していることを示し、 $B=0$ 且つ $C=0$ は、当該書込み単位領域に格納されているデータは当該データの先頭ではなく、次の書込み単位領域に継続するデータがない、即ち、当該書込み単位領域に格納されているデータは当該データの最後尾であることを示す。

【0150】そして、ビット番号29以降には、このデ

ータ管理領域が管理する書込み単位領域に格納されているデータに付与されるデータ番号（これはデータ名称を示すものである。）が格納される。

【0151】これにより、フラッシュ・メモリに格納しているデータを完全に管理することができる。何故なら、論理セクタ番号領域のMSBの有効データ表示ビットによって当該最小消去単位領域が有効データを格納する記憶領域であるか、有効データを格納していない領域（通常は退避領域である。）であるかが判り、論理セクタ番号領域には論理セクタ番号が格納されているので、最小消去単位領域に固有な物理セクタ番号と共に書換え消去回数を管理することができ、退避領域から記憶領域に変わる最小消去単位領域に付与されている論理セクタ番号からは新たに退避領域に変わる最小消去単位領域の論理セクタ番号を求めることができる。

【0152】尚、論理セクタ番号領域に有効データ表示ビットと論理セクタ番号を格納する以外に、当該最小消去単位領域が退避領域であるか、データの書込み中であるか、データを書込み済であるかを示す2ビットの情報を格納すれば、当該最小消去単位領域の状態をより明瞭に知ることができる。

【0153】図6は、バッファ・メモリの格納内容である。図6に示す如く、バッファ・メモリにはデータ格納位置管理領域、書込み最小消去単位領域番号格納領域（以降は書込みセクタ番号格納領域と略記する。）、書込み単位領域番号格納領域（以降は書込みブロック番号管理領域と表記する。）及び継続保持フラグ格納領域が設けられている。

【0154】各データを格納する書込み単位領域を管理するデータ管理領域には、予め特定のデータ格納位置情報管理領域のアドレスがデータ番号としてマッピングされるので、フラッシュ・メモリ上のデータ格納位置とバッファ・メモリ上のデータ格納位置情報管理領域への格納内容との対応を付けることができる。

【0155】そして、データ格納位置管理領域に格納されている情報は次のように使われる。即ち、フラッシュ・メモリ上でデータの書換えを行なった時、当該データのデータ番号を該データ格納位置管理領域上で検索し、同一のデータ番号をアドレスとしてデータの格納位置情報が格納されている場合には、当該データは書換えデータであるとして、フラッシュ・メモリ上の現在の格納位置に格納されているデータを無効にすると共に、新しい格納位置をバッファ・メモリ上の当該アドレスに書き込んで書換えデータの新規の格納位置を表示する。又、同一のデータ番号をアドレスとしてデータの格納位置情報が格納されていない場合には、当該データは新規に書込みを行われたデータであるとして、当該データ番号をアドレスとして新規書込みデータが格納されたフラッシュ・メモリ上の格納位置情報をバッファ・メモリ上に格納する。

【0156】書込みセクタ番号格納領域には、次に書込みが行われるべき最小消去単位領域（セクタ）の論理セクタ番号（これが書込みセクタ番号である。）が、バッファ・メモリ上の特定のアドレスに格納される。

【0157】該書込みセクタ番号は、フラッシュ・メモリ上の論理セクタ番号の最大値に1を加算して生成し、次に書込みが行われるべき最小消去単位領域を示すために使われる。

【0158】書込みブロック番号格納領域には、次に書込みが行われるべき書込み単位領域（ブロック）の番号（これが書込みブロック番号である。）が、バッファ・メモリ上の特定のアドレスに格納される。

【0159】該書込みブロック番号は、上記書込みセクタ番号で指定されている最小消去単位領域の中で書込みが行われた書込み単位領域の番号に1を加算して生成し、次に書込みが行われるべき書込み単位領域を示すために使われる。

【0160】更に、継続保持フラグ格納領域には、同一データが次の書込み単位領域に継続していることを示す継続保持フラグが、バッファ・メモリ上の特定のアドレスに格納される。

【0161】該継続保持フラグは、同一データが後続の書込み単位領域にわたって継続していることを示し、後述する退避動作中に設定されて、退避動作を確実に実行するために使われる。

【0162】上に説明した、フラッシュ・メモリの構成、物理セクタ番号のふり方と論理セクタ番号のふり方、論理セクタ番号領域のビット・マップ、データ管理領域のビット・マップ及びバッファ・メモリの格納内容を基本にして、以下において、フラッシュ・メモリへの書込み動作、新たに退避領域になる最小消去単位領域から新たに記憶領域になる最小消去単位領域への退避処理、及び、フラッシュ・メモリの使用に先立つ初期化とバッファ・メモリに電源障害が生じた後の初期化について、フローチャートを用いて詳述する。

【0163】ところで、退避処理と書込み処理とは切り離すことができない処理であるので、フローチャートによる詳細な説明に入る前にその概要を説明しておく必要がある。

【0164】図7は、退避領域と記憶領域の交代の仕方を説明する図で、書込みと退避の関係を理解しやすく表現したものである。図7は、図3に示した補助記憶装置の構成に準拠した図で、図3に示したフラッシュ・メモリの内、チップ番号が#0と#1のフラッシュ・メモリのみを図示している。

【0165】そして、書込みの状態が、チップ番号#0のフラッシュ・メモリでは、物理セクタ番号が#0、#3、#6、#9の最小消去単位領域の全ての書込み単位領域にデータが書込まれており、物理セクタ番号が#12の最小消去単位領域が退避領域になっており、しか

も、物理セクタ番号が#0、#3、#6、#9の最小消去単位領域の論理セクタ番号がそれぞれ#0、#3、#6、#9であり、チップ番号#1のフラッシュ・メモリでは、物理セクタ番号が#1、#4、#7、#10の最小消去単位領域の全ての書き込み単位領域にデータが書き込まれており、物理セクタ番号が#13の最小消去単位領域が退避領域になっており、しかも、物理セクタ番号が#1、#4、#7、#10の最小消去単位領域の論理セクタ番号がそれぞれ#1、#4、#7、#10である場合を例に説明する。

【0166】そして、図7には図示されていないチップ番号#2のフラッシュ・メモリにおいて物理セクタ番号#11の最小消去単位領域の全ての書き込み単位領域に書き込みが行なわれると、次の書き込みはチップ番号#0のフラッシュ・メモリに移る。

【0167】しかも、この時には今まで退避領域であった、物理セクタ番号が#12の最小消去単位領域が論理セクタ番号#12なる記憶領域に変わり、物理セクタ番号が#0（今は論理セクタ番号も#0である。）の最小消去単位領域が新たに退避領域に変わる。

【0168】そこで、まず、物理セクタ番号が#0の最小消去単位領域に残っている有効データ（既に説明した如く、新たに書き込みを指示されるデータが先に書き込まれているデータであっても、即ち、新たな書き込みデータと先に書き込まれているデータとが同じデータ番号のデータであっても、当該書き込みデータを次に書き込み可能な書き込み単位領域に格納し、先に書き込まれたデータを無効データ扱いにする。しかも、データの書き込みは書き込み単位領域を単位として行なう。従って、既に書き込みが行なわれている最小消去単位領域には無効データと無効データ扱いになっていないデータとが混在しているのが一般的である。この無効データ扱いになっていないデータを有効データと呼ぶことにする。）を#12なる論理セクタ番号を付与された最小消去単位領域に移し換える。それが、図7のチップ番号#0のフラッシュ・メモリ上において、論理セクタ番号が#0の最小消去単位領域の有効データ#1と有効データ#2から新たな論理セクタ番号#12の最小消去単位領域の有効データ#1と有効データ#2への矢印で表現されている。

【0169】有効データの移し換えが終わった後で、新たな書き込みデータが論理セクタ番号#12を付与された最小消去単位領域中に書き込み単位領域を単位として書き込まれてゆく。

【0170】ここでは、書き込みデータが大量にあって、論理セクタ番号#12を付与された最小消去単位領域をはみ出す場合を想定している。このはみ出すデータ、即ち継続分の書き込みデータは、論理セクタ番号が#13を付与されて退避領域から記憶領域に変わる、チップ番号#1のフラッシュ・メモリ上の最小消去単位領域に書き込まれる。

【0171】この場合、論理セクタ番号#1の最小消去単位領域を退避領域にする必要があるので、先の説明と同様に、論理セクタ番号#1の最小消去単位領域に格納されている有効データを、新たに記憶領域に変わる物理セクタ番号#13に退避した（これが、図7のチップ番号#1のフラッシュ・メモリ上において、論理セクタ番号が#1の最小消去単位領域の有効データ#3と有効データ#4から新たな論理セクタ番号#13の最小消去単位領域の有効データ#3と有効データ#4への矢印で表現されている。）後で、前記はみ出したデータを物理セクタ番号#13の最小消去単位領域に書き込んでゆく。

【0172】尚、有効データを他の最小消去単位領域に移し換えられて退避領域になった最小消去単位領域（図7では、当初論理セクタ番号が#0と#1であった最小消去単位領域）には論理セクタ番号が付与されない。

【0173】そして、再び書き込みの必要性が生じた時には、論理セクタ番号#13の最小消去単位領域に残った、空いた書き込み単位領域から書き込みを再開する。そして、論理セクタ番号#13の最小消去単位領域の全ての書き込み単位領域にデータが書き込まれた後の挙動は上記と全く同じで、図示を省略しているチップ番号#2のチップで退避領域から記憶領域に変わって論理セクタ番号#14を付与される最小消去単位領域に書き込みが移る。

【0174】この時、もし論理セクタ番号#13を付与された最小消去単位領域がチップ番号#0のチップの論理セクタ番号#12を付与された最小消去単位領域から継続するデータで満たされて更に継続データが残る場合には、上記と同様な手順でチップ番号#2のフラッシュ・メモリで退避処理をした後で、継続データを図示されていないチップ番号#2のフラッシュ・メモリの退避領域から記憶領域に変わる最小消去単位領域に書き込むようにする。

【0175】ここでは、最初に記憶領域として設定された最小消去単位領域の全てにデータが書き込まれた後について説明したが、未だ書き込みが行われたことがない最小消去単位領域が残っている場合には、これら最小消去単位領域に物理セクタ番号順に書き込みを行ってゆけばよい。

【0176】これで書き込みと退避の関係が理解できたであろうから、まず書き込み動作を中心にフローチャートによる説明を行なう。図8は、書き込み動作のフローチャートである。以下、図8に沿って書き込み動作の手順を説明する。

【0177】S1. バッファ・メモリの書き込みセクタ番号格納領域に格納されている、次に書き込みを行なうべき最小消去単位領域（セクタ）の番号と、書き込みブロック番号格納領域に格納されている次に書き込みを行なうべき書き込み単位領域（ブロック）の番号を参照して、フラッシュ・メモリ上で次に書き込みを行なう書き込み単位領域の位置を算出する。

【0178】S2. 当該最小消去単位領域に空いている書込み単位領域が残っていないか否かを判定する。これは、今の書込み単位領域の番号が当該最小消去単位領域の最大番号を越えていないことを判定すればよい。

【0179】そして、今の書込み単位領域の番号が当該最小消去単位領域の最大番号を越えている（Yes）の場合にはステップS7にジャンプする。

S3. ステップS2での判定結果が、今の書込み単位領域の番号が当該最小消去単位領域の最大番号を越えていない（No）の場合には、当該書込み単位領域に書込み単位領域の容量分のデータを書き込む。

【0180】S4. 当該書込みデータの全ての書込みが終了したか否かを判定する。

S5. ステップS4での判定結果が、当該書込みデータの全ての書込みが終了していない、即ち継続データがある（No）場合には、データを書き込んだ書込み単位領域を管理するデータ管理領域に先頭表示ビット、継続表示ビット、データ番号を設定する。

【0181】ステップS4での判定結果が継続するデータがあるというものであるから、このステップでは継続表示ビットに必ず“1”を設定することになる。又、このステップに初めて達した場合は当該データを初めて書き込んだので先頭表示ビットに“1”を設定し、2回目以降なら先頭表示ビットに“0”を設定し、更にデータ番号を設定する。

【0182】S6. 書込み単位領域の番号を歩進して、ステップS2にジャンプする。当該最小消去単位領域に空いている書込み単位領域があり、当該データの書込みが終了しない間は、ステップS2からステップS6を繰り返す。

【0183】S7. ステップS2での判定結果が、今の書込み単位領域の番号が当該最小消去単位領域の最大番号を越えている（Yes）場合には、バッファ・メモリ上の書込みセクタ番号格納領域の書込みセクタ番号を歩進し、

S8. ステップS7で歩進した書込みセクタ番号に該当する最小消去単位領域が退避領域であるか否かを判定する。

【0184】これは、最も簡単には、当該最小消去単位領域の論理セクタ番号領域の有効データ表示ビットAと論理セクタ番号を検定すれば判る。即ち、当該最小消去単位領域が記憶領域である場合には該有効データ表示ビットAは“0”であり、一方、当該最小消去単位領域が退避領域である場合には該有効データ表示ビットAは“1”であり、且つ論理セクタ番号の全ビットに“1”が設定されているからである。

【0185】尚、厳密に言えば、論理セクタ番号領域の全ビットが“1”であるのは、当該フラッシュ・メモリに書込みが行なわれていない場合、当該最小消去単位領域が退避領域である場合及び当該最小消去単位領域の論

理セクタ番号が最大値になった場合の三通りがあるが、書込みが行なわれていない場合には全ての最小消去単位領域の論理セクタ番号が全ビット“1”であり、退避領域である場合には一のチップ内に唯一の最小消去単位領域に全ビット“1”が設定されており、論理セクタ番号が最大値の場合にはフラッシュ・メモリ内に唯一の最小消去単位領域に全ビット“1”が設定されているので、それらの区別をすることは可能である。ここで、当該最小消去単位領域の論理セクタ番号領域だけから判断するとしたのは、退避領域である場合が確率が最も高いからで、厳密には上記の判定を加味すればよい。

【0186】S9. ステップS8での判定結果が、当該最小消去単位領域が退避領域でない（No）場合には、ステップS7で歩進した書込みセクタ番号を当該最小消去単位領域の論理セクタ番号領域に設定してステップS2にジャンプする。

【0187】S10. ステップS8での判定結果が、当該最小消去単位領域が退避領域である（Yes）場合にも、ステップS7で歩進した論理セクタ番号を当該最小消去単位領域の論理セクタ番号領域に設定し

S11. 当該最小消去単位領域に、次に退避領域になるべき最小消去単位領域から有効データを退避させた後、ステップS2にジャンプする。

【0188】尚、次に退避領域になるべき最小消去単位領域の論理セクタ番号は〔式3〕又は〔式6〕から求めることができるが、図2又は図3のように論理セクタ番号をふる場合には、フラッシュ・メモリ内で論理セクタ番号を検索して最小の論理セクタ番号を求めればよい。

【0189】尚、退避処理については図9を用いて後で詳述する。

S12. ステップS4での判定結果が、当該データの全ての書込みが終了した（Yes）場合にも、データを書き込んだ書込み単位領域を管理するデータ管理領域に先頭表示ビット、継続表示ビット、データ番号を設定する。

【0190】この場合、当該データの全ての書込みが終了したのであるから、継続表示ビットには必ず“0”を設定する。そして、少なくともステップS4を1回通った後でこのステップに達した場合には、今書き込んだのはデータの先頭ではないので、先頭表示ビットに“0”を設定する。

【0191】更に、最終にデータを書き込んだ書込み単位領域の番号を歩進して、バッファ・メモリ上の書込みブロック番号格納領域に歩進された書込み単位領域の番号を格納する。

【0192】尚、このステップで書込みブロック番号が最小消去単位領域中で許容されるブロック番号を超えることを判定するようにする場合には、ステップS2での判定は不要になり、このステップからステップS7にジャンプすればよい。

【0193】即ち、歩進された書込み単位領域の番号が最小消去単位領域内の書込み単位領域の最大番号を越えている場合には、論理セクタ番号を歩進してバッファ・メモリ上の書込みセクタ番号領域に格納し、該バッファ・メモリ上の書込みブロック番号には最小消去単位領域内の書込み単位領域の最小番号を格納する。

【0194】いずれにしても、上記のように、バッファ・メモリ上に書込みセクタ番号と書込みブロック番号を設定するので、次に書込みを行なう時には今設定された番号を参照すれば書込み位置を知ることができる。

【0195】S13. 今書き込んだデータが新規のデータか、更新データなのかを判定する。新規のデータか更新データかは、バッファ・メモリ上のデータ格納位置管理領域を検索し、そのアドレス部に今書き込んだデータのデータ番号に等しいデータ番号がある場合には更新データであると判定し、そのアドレス部に今書き込んだデータのデータ番号に等しいデータ番号がない場合には新規データであると判定すればよい。

【0196】ここでの判定結果が、新規データである(N o)場合には書込み動作を終了する。尚、ここではデータ番号とデータ格納位置管理領域のアドレスとが等しいものとして説明をしているが、両者が等しいことは必須ではなく、データ番号とデータ格納位置管理領域のアドレスとが重複なく対応していればよい。

【0197】S14. ステップS13での判定結果が、更新データである(Y e s)場合には、バッファ・メモリ上のデータ格納位置管理領域の当該データ番号のアドレスから当該データ番号の旧データを格納している最小消去単位領域の論理セクタ番号と当該最小消去単位領域内の旧データが書き込まれている書込み単位領域の番号を引出し、上記論理セクタ番号と書込み書込み単位領域番号で規定される書込み単位領域を管理する旧データ管理領域に無効データである旨を設定する。

【0198】無効データである旨を表示するには、旧データ管理領域の全ビットに“0”を設定すればよい。
S15. 今書き込んだデータは更新データであるので、バッファ・メモリ上のデータ格納位置管理領域の当該データ番号に等しいアドレスに、更新データを書き込んだ最小消去単位領域の論理セクタ番号と、当該最小消去単位領域内の書込み単位領域の番号を更新する。

【0199】これによって、当該データ番号の最新のデータが格納されている位置を知ることができるので、次に同じデータ番号をデータを書き込んだときには、この格納内容を参考にして旧データを格納している書込み単位領域を管理するデータ管理領域に無効表示をすることができる。

【0200】尚、図7と図8によって説明した、退避領域から記憶領域に変わる最小消去単位領域に対する退避と書込みの順序は、記憶領域から退避領域に変わる最小消去単位領域から有効データを退避した後に書込みデー

タを書き込んでゆくものであるが、この順序は上記には限定されない。即ち、退避領域から書込み領域に変わる最小消去単位へ書込みデータを書込んだ後に退避すべき有効データを退避させることも可能である。ここで記載した順序で書込みと退避を行なうには、図8におけるステップS8、ステップS9、ステップS11を削除し、ステップS7からステップS10を経由してステップS2にジャンプするようにし、更に、ステップS15の後に今書込みを行なった最小消去単位領域が直前まで退避領域であったか否かを判定するステップと、退避領域であった場合には退避処理をするステップを追加し、退避領域ではなかった場合と退避処理を行なった後に処理を終了させるように、フローチャートを変更すればよい。

【0201】次に、上記では詳細な内容の説明を後に譲った退避処理について詳述する。まず、その概要であるが、退避元になる最小消去単位領域内のデータ管理領域を書込み単位領域毎に検索し、有効データを格納している書込み単位領域について、そのデータとデータ管理領域の内容を退避先になる最小消去単位領域に退避させる。尚、有効データを格納している書込み単位領域とは、先頭表示ビットに“1”を検出した書込み単位領域から、継続表示ビットに“0”を検出した書込み単位領域までのことを指す。

【0202】図9は、退避処理のフローチャートである。以降、図9の符号に沿って退避処理について具体的に説明する。

S21. 退避処理は、最小消去単位領域の中で書込み単位領域毎に行なうので、最小消去単位領域中の書込み単位領域の数をカウントするための検索番号に初期値0を設定する。

【0203】S22. 検索番号を歩進して、特定の書込み単位領域を指定する。

S23. 検索番号が書込み単位領域の番号の最大値を越えているか否かを判定する。

【0204】ここでは、最小消去単位領域の構成として図1に示した例を想定しているので、記憶領域としての書込み単位領域は127ある。従って、具体的には、検索番号が127より大きいのか否かを判定することになる。

【0205】S24. 当該データ管理領域の先頭表示ビットを検定する。

S25. ステップS24での検定の結果、先頭表示ビットが“1”である場合(Y e s)には、当該書込み単位領域に格納されているデータを退避領域となっている最小消去単位領域(以降、退避先の最小消去単位領域と略記する。)に転写する。

【0206】ここでは単に“転写する”という表現をとったが、正確には、当該書込み単位領域に格納されているデータをバッファ・メモリに転送し、該バッファ・メモリから退避先の最小消去単位領域内の書込み単位領域

に再度転送をするというプロセスによって転写する。

【0207】S26. 今転写したデータを格納していた書込み単位領域を管理するデータ管理領域の内容を、データを転写した書込み単位領域を管理するデータ管理領域に転写する。

【0208】S27. 今転写したデータ管理領域の継続表示ビットを検定し、

S28. ステップS27での検定結果が、継続表示ビットが“1”である(Yes)場合には、バッファ・メモリ上の継続保持フラグに次の書込み単位領域に継続データがある旨を意味する“1”を設定する。

【0209】S29. 退避元の最小消去単位領域の、今退避させたデータを格納している書込み単位領域のデータ管理領域に、当該書込み単位領域に格納されているデータは無効データである旨を表示する。具体的には、当該書込み単位領域を管理するデータ管理領域の全ビットに“0”を設定する。

【0210】そして、ステップS22にジャンプする。
S30. ステップS27での検定結果が、継続表示ビットが“1”でない(No)場合には、バッファ・メモリ上の継続保持フラグに次の書込み単位領域にはデータが継続しない旨を意味する“0”を設定して、ステップS29にジャンプする。

【0211】S31. ステップS24での検定結果が、先頭表示ビットが“1”でない(No)場合には、バッファ・メモリ上の継続保持フラグ格納領域に格納されている継続保持フラグが“1”であるか否かを検定し、
S32. ステップS31での検定結果が、継続保持フラグが“1”である場合には、先に転写したデータに継続するデータがこの時の検索番号に等しい番号の書込み単位領域に格納されているので、当該書込み単位領域に格納されているデータを退避先の最小消去単位領域内の書込み単位領域に転写する。

【0212】S33. 更に、今転写したデータを格納していた書込み単位領域を管理するデータ管理領域の内容を、データを転写した書込み単位領域を管理するデータ管理領域に転写する。

【0213】S34. 今転写したデータ管理領域の継続表示ビットを検定し、検定結果が、継続表示ビットが“1”でない(No)場合には、ステップS30へジャンプする。

【0214】S35. 一方、ステップS34での検定結果が、継続表示ビットが“1”である(Yes)場合には、バッファ・メモリ上の継続保持フラグに次の書込み単位領域に継続データがある旨を意味する“1”を設定して、ステップS29にジャンプする。

【0215】S36. ステップS23での判定結果が、検索番号が最小消去単位領域内の記憶領域である書込み単位領域の数(この場合127)を越えている(Yes)場合には、当該最小消去単位領域内の全ての有効デ

ータの退避を終了したので、当該最小消去単位領域を管理する論理セクタ番号領域の有効データ表示ビットに“0”を設定して、当該最小消去単位領域が退避済であることを表示する。

【0216】S37. 当該最小消去単位領域の記憶領域である書込み単位領域の格納内容を消去して、退避処理を終了する。上記処理においては、フラッシュ・メモリ上のデータ管理領域の先頭表示ビット及び継続表示ビットの検定と、バッファ・メモリ上の継続保持フラグの設定・検定で退避の要否を判定している。

【0217】即ち、先頭表示ビットが“1”である場合には、その書込み単位領域に格納されているデータを退避して、継続表示ビットが“1”であれば継続保持フラグに“1”をたてた後に、当該データを無効化してから検索番号を歩進し、継続表示ビットが“0”であれば継続保持フラグに“0”をたてた後に、当該データを無効化してから検索番号を歩進する。

【0218】又、先頭表示ビットが“0”の場合には、継続保持フラグが“1”であれば継続データであるので退避して、継続表示ビットが“1”であれば継続保持フラグに“1”をたてた後に、当該データを無効化してから検索番号を歩進し、継続表示ビットが“0”であれば継続保持フラグに“0”をたてた後に、当該データを無効化してから検索番号を歩進し、継続保持フラグが“0”であれば既に全ての継続データを退避した後であるので、検索番号を歩進する。

【0219】このようにして、有効データを全て退避領域から新たに記憶領域になる最小消去単位領域に退避することができる。一方、無効データの場合には、データ管理領域の全ビットが“0”であるので、当然、先頭表示ビットは“0”であり、バッファ・メモリ上の継続保持フラグには“1”がたっていないので、ステップS24、ステップS31を経てステップS22にジャンプする。従って、無効データを退避することはない。

【0220】そして、全ての書込み単位領域について上記処理を終わった段階で当該最小消去単位領域には有効データが格納されていない旨を表示して、当該最小消去単位領域の記憶領域を消去するようになっている。

【0221】ところで、データ格納位置管理領域はフラッシュ・メモリの外に設けられ、既述の如く、揮発性メモリが適用されるのが一般的である。データ格納位置管理領域が揮発性メモリから成るバッファ・メモリ上に形成されている場合、補助記憶装置の信頼性を確保するには、該バッファ・メモリに電源断が生じてもデータ格納位置管理領域の格納内容を復旧できるようにする必要がある。

【0222】既述の本発明の最小消去単位領域、特にデータ管理領域の構成によれば、電源断が生じてもデータ格納位置管理領域の格納内容は消失しない。以下、このことについて説明する。

【0223】図5によって説明した如く、データ管理領域には当該書込み単位領域に格納されているデータのデータ番号及び先頭表示ビットと継続表示ビットが格納されており、当該データが書込まれている書込み単位領域の番号はプログラム設定されているデータ管理領域番号によって知ることができる。

【0224】従って、データ格納位置管理領域の格納内容が消失した場合には、フラッシュ・メモリ中のデータ管理領域をデータ格納位置管理領域のアドレスに等しいデータ番号をキーにしてソーティングして、当該データ番号のデータが格納されている最小消去単位領域の論理セクタ番号と、先頭表示ビットと継続表示ビットとを参照しながら、当該論理セクタ番号の最小消去単位領域内で当該データ番号のデータが格納されている書込み単位領域の番号を探せば、データ格納位置管理領域の特定のアドレスの格納内容が一旦消失しても復元することができる。

【0225】上記の復旧動作をデータ格納位置管理領域の全てのアドレスに対して行なうことにより、データ格納位置管理領域の全てのアドレスの格納内容を復旧することができる。

【0226】尚、上記の復旧動作を、論理セクタ番号の若番から順にデータ管理領域を検索し、その都度データ格納位置管理領域に書込むようにすれば、データ格納位置管理領域の全てのアドレスの格納内容を復旧するための時間を短縮することができる。

【0227】そして、フラッシュ・メモリ内の最小消去単位領域において途中で停止している処理を終了させることができる。上記の動作を、フラッシュ・メモリに書込みを行なう準備をする動作と共に、初期化と名付ける。

【0228】図10は、初期化のフローチャートである。以降、図10の符号に沿って初期化について詳述する。

S41. フラッシュ・メモリの当該チップにデータが格納される前（未使用）か、当該チップにデータの格納が行われた後（使用済）かを判定する。

【0229】この判定は、フラッシュ・メモリの最小消去単位領域の管理領域の先頭にある論理セクタ番号領域の内容を確認することによって行なうことができる。ところで、当該チップが未使用の場合には、当該チップ上の全ての最小消去単位領域の論理セクタ番号領域の全ビットに“1”が設定されている。又、退避領域になっている最小消去単位領域の論理セクタ番号領域にも全ビット“1”が設定されている。更に、論理セクタ番号が最大になった時にも論理セクタ番号領域は全ビット“1”になっている。

【0230】ここで、論理セクタ番号領域の全ビットが“1”である最小消去単位領域の数を比較すると、未使用の場合には全ての最小消去単位領域について論理セク

タ番号領域の全ビットが“1”になっている。又、退避領域になっている最小消去単位領域はフラッシュ・メモリのチップにおいて唯一である。更に、論理セクタ番号が最大になった場合には、特定のチップにおいて論理セクタ番号領域が全ビット“1”になっている最小消去単位領域は、論理セクタ番号が最大になった最小消去単位領域と退避領域になっている最小消去単位領域の二つである。

【0231】従って、チップ内に論理セクタ番号領域の全ビットが“1”になっている最小消去単位領域が三つ以上あれば当該チップは未使用であると判断され、論理セクタ番号領域の全ビットが“1”になっている最小消去単位領域が二つ以下であれば当該チップは使用済であると判断される。

【0232】そして、ステップS41での判定結果が未使用（Yes）の場合にはステップS57へジャンプする。

S42. ステップS41における判定結果が使用済（No）の場合には、物理セクタ番号が小さい順に論理セクタ番号を検索してゆき、その時に最大の論理セクタ番号をバッファ・メモリ上の書込みセクタ番号領域に設定する。

【0233】又、該書込みセクタ番号が示す最小消去単位領域の管理領域内のデータ管理領域を検索し、次に書込みが可能な書込み単位領域の番号を探してバッファ・メモリ上の書込みブロック番号領域に設定する。

【0234】ここで、次に書込み可能な書込み単位領域の番号は、データ管理領域の全ビットが“1”である最初の書込み単位領域を探すことによって得ることができる。

S43. ステップS42で獲得した書込みセクタ番号が指定する最小消去単位領域への退避元である最小消去単位領域が退避済か否かを判定する。

【0235】この判定は、当該最小消去単位領域の論理セクタ番号領域の有効データ表示フラグを確認すれば可能で、該有効データ表示フラグが“0”であれば退避済、該有効データ表示フラグが“1”であれば退避中であると判断される。

【0236】S44. ステップS43での判定結果が、当該最小消去単位領域が退避途中（No）である場合、当該最小消去単位領域のデータ管理領域を検索し、有効データがあるかを判定する。

【0237】ここで、有効データとは、データ管理領域の先頭表示ビットが“1”の書込み単位領域から該データ管理領域の継続表示ビットが“0”の書込み単位領域までに書き込まれているデータを指す。

【0238】当該最小消去単位領域内に有効データがない（No）場合には、ステップS48にジャンプする。
S45. ステップS44での判定結果が、当該最小消去単位領域に有効データがある（Yes）場合には、書込

みセクタの中に退避途中のデータがあるか否かを判定する。

【0239】ここで、退避途中のデータとは、書き込みブロック直前の書き込み単位領域に対応するデータ管理領域の継続表示ビットが“1”のデータから遡って、書き込みブロックのデータ管理領域の先頭表示ビットと継続表示ビットが共に“1”のデータまでのデータを指す。

【0240】そして、ステップS45での判定結果が退避中のデータがない（No）の場合には、ステップS51へジャンプする。

S46. ステップS45での判定結果が退避途中のデータがある（Yes）場合には、退避先の最小消去単位領域内の退避途中のデータが格納されている先頭の書き込み単位領域のデータ管理領域の全ビットを“0”にすることで、当該データを一旦無効データとする。

【0241】S47. 退避中のデータも含めて、退避元の最小消去単位領域内に存在する有効データを全て書き込みセクタの書き込みブロック以降に退避する。

S48. バッファ・メモリ上のデータ格納位置管理領域を復旧する準備としてデータ格納位置管理領域の格納内容を全てリセットする。（全ビットに“0”を書き込む。）

このリセットの意味は、データの書き込みとデータ管理領域の設定は正常に終了し、旧データのデータ管理領域に無効データである旨を設定する前に電源段が生じた場合に、同一データ番号のデータがフラッシュ・メモリ上に二つ存在することになるので、これを防止するためである。

【0242】S49. 論理セクタ番号の小さい順に、有効データの位置情報である論理セクタ番号とブロック番号をデータ格納位置管理領域に設定する。

S50. 電源断した時に消去中であった可能性のある最小消去単位領域の消去を再度行って、処理を終了する。

【0243】尚、この消去中の最小消去単位領域は、論理セクタ番号領域の有効データ表示ビットが“0”になっているものの、当該最小消去単位領域中の書き込み単位領域の全てが無効データ化されていないことを確認することによって知ることができる。

【0244】S51. ステップS45の判定結果が、書き込みセクタ内に退避途中のデータがない（No）場合、当該最小消去単位領域の記憶領域とデータ管理領域の転写が終了し、退避元の最小消去単位領域のデータ管理領域に無効データを設定する前に電源断になった場合と、無効データを設定した後に電源断した場合を判別するために、退避先の最小消去単位領域内の書き込みブロックの直前の書き込み単位領域に格納されているデータのデータ番号が退避元の最小消去単位領域内における初めての有効データと同じか否かを判定する。

【0245】両者が同じでない（No）場合、ステップS54へジャンプする。

S52. ステップS51の判定結果が、同じである（Yes）場合には、退避元の最小消去単位領域における初めての有効データを格納している書き込み単位領域のデータ管理領域の全ビットを“0”に設定することによって無効データである旨表示する。

【0246】S53. 退避元の最小消去単位領域内の有効データを書込みセクタに退避してステップS48にジャンプする。

S54. ステップS51での判定結果が、書き込みセクタ内の書き込みブロックの直前の書き込み単位領域に格納されているデータのデータ番号が退避元の最小消去単位領域の有効データを格納している初めての書き込み単位領域のデータ番号と同じでない（No）場合、退避元の最小消去単位領域の有効データを退避先の最小消去単位領域（書き込みセクタである。）へ退避してステップS48にジャンプする。

【0247】S55. ステップS43の判定結果が、退避元の最小消去単位領域が退避済である（Yes）場合、書き込みセクタ内に書き込み途中のデータを格納している書き込み単位領域があるか否かを判定する。

【0248】ここで、書き込み途中のデータとは、書き込みブロックの直前の書き込み単位領域に対応するデータ管理領域の継続表示ビットが“1”のもの、及び、書き込みブロックの記憶領域に“1”以外のビットが存在するものを示す。

【0249】そして、書き込み途中の書き込み単位領域がない（No）場合、ステップS48にジャンプする。

S56. ステップS55の判定結果が、書き込み途中のデータがある（Yes）場合には、書き込みセクタ内の書き込み途中のデータが格納されている先頭の書き込み単位領域に対応するデータ管理領域の全ビットを“0”にすることにより無効データである旨表示して、ステップS48にジャンプする。

【0250】S57. 一方、ステップS41での判定結果が、フラッシュ・メモリが未使用である（Yes）場合には、論理セクタ番号に初期値を設定する準備としてバッファ・メモリ上の書き込みセクタ番号領域に初期値を設定する。例えば、昇順に論理セクタ番号を設定する場合には、バッファ・メモリ上の書き込みセクタ番号領域に書き込みセクタ番号として0を設定する。

【0251】S58. 次いで、バッファ・メモリ上の書き込みブロック番号領域の書き込みブロック番号として1を設定する。

S59. 最初の最小消去単位領域に、ステップS57で設定した書き込みセクタ番号の初期値0を設定する。

【0252】これで、フラッシュ・メモリが未使用の場合に、書き込みの準備が完了するので、処理を終了する。これで、補助記憶装置の構成、該補助記憶装置を構成するフラッシュ・メモリのチップの構成、該フラッシュ・メモリを構成する最小消去単位領域への物理セクタ番号

の付与の仕方及び論理セクタ番号の付与の仕方、論理セクタ番号の付与の仕方に対応した書き込み順序及び退避領域と記憶領域の交代の仕方、書き込みデータに対する記憶領域の割当ては浮動的に行なうこと及びデータ格納位置管理領域を使用したデータの書き込み管理に関する説明を終了する。

【0253】さて、フラッシュ・メモリではデータの書き込みは、消去されている領域に対してのみ可能である。従って、データを他の最小消去単位領域に移し換えて退避領域になる最小消去単位領域の記憶内容は、次に記憶領域となってデータを書き込むための消去しておく必要がある。

【0254】ここで、同一のフラッシュ・メモリのチップにおいて消去と書き込みとを同時に行なうことはできないので、同一チップ内で消去と書き込みを行なわなければならない従来の方式においては書き込みと消去がシリアルな処理になって、書き込み処理に遅延が生ずる。

【0255】しかし、本発明によれば、或るチップにおいて退避領域と記憶領域の交代が行なわれて、新たに退避領域から記憶領域となった最小消去単位領域の全ての書き込み単位領域に書き込みが行なわれると次のチップに書き込みが移る。

【0256】従って、前のチップで新たに退避領域になった最小消去単位領域の消去を、書き込みが次のチップに移った時に行なうことができるので、消去動作と書き込み動作とが同一チップで重なることはない。つまり、或るチップで消去を行なっている時に次のチップで書き込みを行なうことができるので、新たに退避領域になる最小消去単位領域を消去する動作によって、必要なデータの書き込み動作を遅延させることがなくなる。

【0257】即ち、新たなデータの書き込み動作が古いデータの消去動作によって遅延させられることがないので、通信装置や情報処理装置本来の処理能力を消去動作によって低下させることはない。

【0258】更に、次のチップに書き込みが移ったタイミングを前のチップ上で新たに退避領域になる最小消去単位領域を消去するタイミングにすればよいので、新たに退避領域になった最小消去単位領域の消去タイミングを消去専用の手段によって作り出す必要はない。

【0259】このため、補助記憶装置の管理を簡易にすることができる。ここまでに、補助記憶装置の構成、該補助記憶装置を構成するフラッシュ・メモリのチップの構成、該フラッシュ・メモリを構成する最小消去単位領域への物理セクタ番号の付与の仕方及び論理セクタ番号の付与の仕方、論理セクタ番号の付与の仕方に対応した書き込み順序及び退避領域と記憶領域の交代の仕方、書き込みデータに対する記憶領域の割当ては浮動的に行なうこと、データ格納位置管理領域を使用したデータの書き込み管理及び退避領域と記憶領域の交代の仕方を含む、通常の書き込み動作に関する説明を終了する。

【0260】ところで、フラッシュ・メモリの最小消去単位領域は書き込み消去によって劣化が進むので、或る時突然書き込みができなくなることもある。本発明は、かかる事態でのフラッシュ・メモリの管理方式も提供する。

【0261】図11は、書き込み不能な最小消去単位領域をスキップするメモリ管理を説明する図である。図11において、1はチップ番号#0のフラッシュ・メモリ、2はチップ番号#1のフラッシュ・メモリ、3はチップ番号#2のフラッシュ・メモリで、各々のフラッシュ・メモリが五の最小消去単位領域によって構成される場合を示している。

【0262】ここでは、物理セクタ番号#0の最小消去単位領域が退避領域から論理セクタ番号#30の記憶領域に変わり、物理セクタ番号#3の最小消去単位領域が論理セクタ番号#18の記憶領域から退避領域に変わった状態から説明をする。

【0263】そして、次には今まで退避領域になっていた物理セクタ番号#1の最小消去単位領域に書き込みを行ない、論理セクタ番号#19が付与されている、物理セクタ番号#4の最小消去単位領域を新たに退避領域にすることになる。従って、物理セクタ番号#1の最小消去単位領域に対して、次に書き込みを行なう最小消去単位領域の番号として歩進された論理セクタ番号#31が準備されている。

【0264】この時、退避領域から記憶領域に変わるべき物理セクタ番号#1の最小消去単位領域への書き込みが不能であることが検出されたとする。物理セクタ番号#1の最小消去単位領域が書き込み不能であるから、論理セクタ番号#19を付与されている、物理セクタ番号#4の最小消去単位領域の有効データを物理セクタ番号#1の最小消去単位領域へ移し変えることはできない。

【0265】そこで、論理セクタ番号を更に歩進して#32として、今迄退避領域であった物理セクタ番号#2の最小消去単位領域に設定する。そして、論理セクタ番号#19を付与されていた、物理セクタ番号が#4の最小消去単位領域から有効データを、新たに論理セクタ番号#32を付与された、物理セクタ番号が#2の最小消去単位領域に移し換えて、物理セクタ番号#4の最小消去単位領域の格納内容を消去して退避領域にする。

【0266】更に、論理セクタ番号#20を付与されている、物理セクタ番号が#5の最小消去単位領域に格納されている有効データを新たに論理セクタ番号#32を付与された、物理セクタ番号が#2の最小消去単位領域に移し換えて、該論理セクタ番号#20を付与されていた、物理セクタ番号が#5の最小消去単位領域を退避領域にする。

【0267】そして、論理セクタ番号#32を付与された、物理セクタ番号が#2の最小消去単位領域に新たにデータを書込んでゆき、該論理セクタ番号#32を付与された、物理セクタ番号が#2の最小消去単位領域の全

ての書込み単位領域に書込みが終了したら、現在退避領域になっている物理セクタ番号#3の最小消去単位領域に論理セクタ番号#33を付与して記憶領域とし、論理セクタ番号#21を付与されている、物理セクタ番号が#6の最小消去単位領域から有効データを移し換えた後に、該論理セクタ番号#33を付与された、物理セクタ番号が#3の最小消去単位領域に新たにデータを書込んでゆく。

【0268】以降も、同様な手順で退避領域と記憶領域を交代させながら書込みを継続してゆき、再び物理セクタ番号#1の最小消去単位領域に書込みがきた時には、先の処理と同様に暫定的に論理セクタ番号を歩進して物理セクタ番号が#1の最小消去単位領域はスキップし、物理セクタ番号#2の最小消去単位領域に更に歩進した論理セクタ番号を付与して退避領域から記憶領域として書込みを継続する。

【0269】上記のように論理セクタ番号を付与することにより、書込み不能な最小消去単位領域にも暫定的に論理セクタ番号を付与し、正常に書込みを行なうことができる最小消去単位領域には書込み不能な最小消去単位領域がない時と同じ論理セクタ番号を付与する。

【0270】従って、論理セクタ番号付与の処理が単純化され、中央処理ユニットの処理負荷を軽減できる。ところで、書込み不能な最小消去単位領域が発見されたので、その位置情報を格納しておく必要がある。それは下記のようにする。

【0271】書込み不能な最小消去単位領域が発見された場合、その位置情報に、予め決められた書込み不能な最小消去単位領域であることを示す固定のデータ番号を付与して、フラッシュ・メモリ上の書込み単位領域に格納する。上記の例の場合、論理セクタ番号#19を付与された、物理セクタ番号が#4の最小消去単位領域に格納されている有効データを、論理セクタ番号#32を付与された、物理セクタ番号が#2の最小消去単位領域に移し換えた後、論理セクタ番号#32を付与された、物理セクタ番号が#2の最小消去単位領域の中の書込み単位領域に、該固定のデータ番号を付して書込み不能な最小消去単位領域の位置情報を格納する。

【0272】この後、データ格納位置管理領域の固定データ番号と等しいアドレスに、書込み不能な最小消去単位領域の位置情報を格納した最小消去単位領域の論理セクタ番号と書込み単位領域の番号を格納する。

【0273】その後、新たに書込み不能な最小消去単位領域が発見された場合、データ格納位置管理領域の固定のアドレスを参照すればその位置情報に付与されたデータ番号が判るので、先に格納されている書込み不能な最小消去単位領域の位置情報を読み出してバッファ・メモリに転送し、新たに発見された書込み不能な最小消去単位領域の位置情報を該バッファ・メモリ上に書き加えた上で、フラッシュ・メモリ上の次に書込みを行なう書込

み単位領域に転送して格納する。

【0274】そして、先に説明した如く、先に発見された書込み不能な最小消去単位領域の位置情報を格納していた書込み単位領域のデータを無効扱いにする。上記の如く処理することによって、書込み不能な最小消去単位領域の位置情報を確実に格納できると共に、新たに書込み不能な最小消去単位領域が発見された場合にもその位置情報を累積して格納することができる。しかも、書込み不能な最小消去単位領域の位置情報をフラッシュ・メモリ上に格納するので、フラッシュ・メモリの管理の信頼性が高くなる。

【0275】図12は、書込み不能なチップをスキップするメモリ管理を説明する図である。図12において、1はチップ番号#0のフラッシュ・メモリ、2はチップ番号#1のフラッシュ・メモリ、3はチップ番号#2のフラッシュ・メモリで、各々のフラッシュ・メモリが五の最小消去単位領域によって構成される場合を例として示している。

【0276】ここでは、物理セクタ番号#0の最小消去単位領域が退避領域から論理セクタ番号#30の記憶領域に変わり、物理セクタ番号#3の最小消去単位領域が論理セクタ番号#18の記憶領域から退避領域に変わる状態から説明する。

【0277】次には、今迄退避領域になっていた物理セクタ番号#1の最小消去単位領域に書込みを行ない、論理セクタ番号#19を付与されていた、物理セクタ番号が#4の最小消去単位領域を新たに退避領域にすることになる。従って、物理セクタ番号が#1の最小消去単位領域に対して、歩進された論理セクタ番号#31が準備されている。

【0278】この時、退避領域である物理セクタ番号#1の最小消去単位領域への書込みが不能であることが検出されたとする。物理セクタ番号#1の最小消去単位領域が書込み不能であるから、論理セクタ番号#19を付与された、物理セクタ番号が#4の最小消去単位領域の有効データを物理セクタ番号#1の最小消去単位領域へ移し変えることはできない。

【0279】そこで、論理セクタ番号を更に歩進して論理セクタ番号#32を物理セクタ番号#2の最小消去単位領域に付与する。この時、物理セクタ番号#2の最小消去単位領域も退避領域になっている。

【0280】そして、論理セクタ番号#19を付与されている、物理セクタ番号が#4の最小消去単位領域から有効データを論理セクタ番号#32を付与された、物理セクタ番号が#2の最小消去単位領域に移し換えて、物理セクタ番号#4の最小消去単位領域の格納内容を消去して退避領域にする。

【0281】更に、論理セクタ番号#20を付与されている、物理セクタ番号が#5の最小消去単位領域に格納されている有効データを、新たに論理セクタ番号#32

を付与された、物理セクタ番号が#2の最小消去単位領域に移し換えて、該論理セクタ番号#20が付与されていた、物理セクタ番号が#5の最小消去単位領域を退避領域にする。

【0282】その後、論理セクタ番号#32を付与された、物理セクタ番号が#2の最小消去単位領域にデータを書込んでゆき、該論理セクタ番号#32を付与された最小消去単位領域の全ての書込み単位領域に書込みが終了したら、現在退避領域になっている物理セクタ番号#3の最小消去単位領域に論理セクタ番号#33を付与して記憶領域とし、論理セクタ番号#21を付与されている、物理セクタ番号が#6の最小消去単位領域から有効データを読み換えた後に、該論理セクタ番号#33を付与された最小消去単位領域にデータを書込んでゆく。

【0283】該論理セクタ番号#33を付与された、物理セクタ番号が#3の最小消去単位領域の全ての書込み単位領域にデータの書込みを行なった後は、通常は、現在退避領域になっている物理セクタ番号#4の最小消去単位領域を記憶領域に変えて該最小消去単位領域にデータを書込んでゆく筈であるが、書込み不能な最小消去単位領域が生じたチップをスキップする場合には物理セクタ番号#4、#7、#10、#13の最小消去単位領域は全てスキップする。

【0284】この場合、スキップの有無にかかわらず物理セクタ番号#4の最小消去単位領域に付与すべく論理セクタ番号を一旦#34に歩進する。しかし、物理セクタ番号#4の最小消去単位領域はスキップすべきであるので、論理セクタ番号を更に歩進して#35にして、それを物理セクタ番号#5の最小消去単位領域に付与する。

【0285】そして、スキップをする必要がない場合には物理セクタ番号#4の最小消去単位領域に有効データを読み換えるべき論理セクタ番号#22を付与されている、物理セクタ番号が#7の最小消去単位領域の有効データを、論理セクタ番号#35を付与された、物理セクタ番号が#5の最小消去単位領域に移し換える。

【0286】その後、論理セクタ番号#23を付与された、物理セクタ番号が#8の最小消去単位領域に格納されている有効データを、論理セクタ番号#35を付与された最小消去単位領域に移し換えて論理セクタ番号#23を付与された最小消去単位領域を退避領域にし、論理セクタ番号#35の最小消去単位領域の残りの書込み単位領域に新たにデータを書込んでゆく。

【0287】同様な動作を継続し、論理セクタ番号#25を付与された、物理セクタ番号が#10の最小消去単位領域に格納されている有効データを、新たに論理セクタ番号#38を付与された、物理セクタ番号が#8の最小消去単位領域に移し換え、論理セクタ番号#26を付与されている、物理セクタ番号が#11の最小消去単位領域に格納されている有効データも、論理セクタ番号#

38を付与された最小消去単位領域に移し換えて、この時には論理セクタ番号#26を付与されている最小消去単位領域を退避領域にする。

【0288】最後に、論理セクタ番号#28を付与されている、物理セクタ番号が#13の最小消去単位領域に格納されている有効データを、新たに論理セクタ番号#41を付与された、物理セクタ番号が#11の最小消去単位領域に移し換え、次いで、論理セクタ番号#29を付与されている、物理セクタ番号が#14の最小消去単位領域に格納されている有効データを、論理セクタ番号#41を付与された最小消去単位領域に移し換えて、論理セクタ番号#29を付与されていた最小消去単位領域を退避領域にする。

【0289】そして、この間に、書込み不要とした物理セクタ番号#4、#7、#10、#13については書込み不能と同じ扱いにして、それらの位置情報をフラッシュ・メモリ中の記憶領域に順次格納してゆく。

【0290】ところで、書込み不能な最小消去単位領域が発見され、該最小消去単位領域を含むフラッシュ・メモリの残余の最小消去単位領域も書込み不能扱いにしたので、その位置情報を格納しておく必要がある。それは下記のようにする。

【0291】書込み不能な最小消去単位領域が発見された場合、その位置情報に予め決められた固定のデータ番号を付与して、フラッシュ・メモリ上の記憶領域に格納する。

【0292】この後、データ格納位置管理領域の固定データ番号と等しいアドレスに書込み不能な最小消去単位領域の位置情報を格納した最小消去単位領域の論理セクタ番号と書込み単位領域の番号を格納しておく。

【0293】その後、新たに書込み不能扱いにした最小消去単位領域に遭遇したら、データ格納位置管理領域の固定のアドレスからその位置情報に付与されたデータ番号を知り、先に格納されている書込み不能な最小消去単位領域の位置情報を読み出してバッファ・メモリに転送し、該バッファ・メモリ上で新たに書込み不能扱いにした最小消去単位領域の位置情報を書き加えた上で、フラッシュ・メモリ上の次に書込みを行なう書込み単位領域に転送して格納する。

【0294】そして、先に説明したのと同じように、先に発見された書込み不能な最小消去単位領域の位置情報を格納していた書込み単位領域のデータを無効扱いにする。上記の如く処理することによって、書込み不能及び書込み不能扱いにした最小消去単位領域の位置情報を確実に格納できると共に、新たに書込み不能な最小消去単位領域が発見された場合にもその位置情報を累積して格納することができる。しかも、書込み不能及び書込み不能扱いにした最小消去単位領域の位置情報をフラッシュ・メモリ上に格納するので、フラッシュ・メモリの管理の信頼性が高くなる。

【0295】上記の如く処理することによって、書込み不能な最小消去単位領域が発見された場合、当該最小消去単位領域をスキップするか、当該最小消去単位領域を含むフラッシュ・メモリをスキップしてデータを書込んでゆくことができる。

【0296】しかも、論理セクタ番号はスキップの有無に関係ないように付与されるので、スキップによって中央処理ユニットの処理負荷を増加させることはない。

【0297】

【発明の効果】以上詳述した如く、本発明により、フラッシュ・メモリの管理方式に格段の進歩を与えることができる。

【0298】即ち、第一の発明によれば、最小消去単位領域より小さい書込み単位領域毎にデータの書込みを行なうことができるため、特に一のデータの平均データ量が少ない時に最小消去単位領域内の記憶密度を向上させることが可能になる。

【0299】又、上記書込み単位領域毎にデータを取り扱うので、バッファ・メモリとの間のデータの転送に要する時間を短縮することができる。更に、該管理領域に格納している情報を参照してデータの格納位置情報や書込み開始位置情報を知ることができるので、バッファ・メモリ上でデータが消失するという障害があっても、消失したデータを復元することが可能になる。

【0300】同様に、バッファ・メモリ上の管理データが消失しても、該管理領域に格納している情報を参照してデータの格納位置情報や書込み開始位置情報を知ることができるので、バッファ・メモリ上で管理データが消失するという障害があっても、消失した管理データを復元することが可能になる。

【0301】第二の発明により、チップ内に退避領域を設定しているので常にチップ内に使用可能な記憶領域を確保でき、且つ、退避領域は書込みが進むにつれて交代するので、各最小消去単位領域の書込み消去回数を平均化することができる。

【0302】又、上記のように、順番にデータを格納してゆく方式であるので、特定の書込み単位領域において書込み消去回数が規定に達した時に書込み消去回数が少ない書込み単位領域を検索する必要がなくなる。従って、書込み消去回数が少ない書込み単位領域を検索することによってデータの書込み動作が遅延させられることがなくなる。

【0303】第三の発明によれば、特定のデータに対する書込み要求の度に当該データを格納している特定の領域を書込み消去する必要がなくなるので、書込み消去回数の平均化を図ることが可能になると共に、書込み消去回数を縮減することが可能になる。

【0304】第四の発明により、管理領域に設定されるデータの書込みの度に歩進する最小消去単位領域の番号により、当該最小消去単位領域ひいては当該チップにお

いて行なわれた書込み消去の回数が判るので、書込み消去回数を計数するためだけの機能と計数結果を格納するためだけの領域を準備する必要がなくなる。

【0305】第五の発明により、記憶領域である最小消去単位領域全てに書込みが終了したチップにおいて消去を行ない、それとは異なる次のチップで書込みを行なうので、消去動作と書込み動作を全く独立に行なうことができる。つまり、データを消去している間書込み動作を待たせておく必要がないために、通信装置や情報処理装置本来の処理性能を低下させることがない。

【0306】第六の発明により、劣化が発見されて書込み不能となった最小消去単位領域又はチップへの書込みをスキップしても、正常な最小消去単位領域に付与される番号には変化がないので、全ての管理を最小消去単位領域の劣化の有無とは無関係に行なうことができ、管理のための中央処理ユニットの負担を軽減できる。

【0307】第七の発明により、フラッシュ・メモリの管理を高速にできると共に、フラッシュ・メモリ内に格納される管理情報との併用によって、フラッシュ・メモリの信頼性を向上させることができる。

【0308】第八の発明により、書込み不能な最小消去単位領域の位置情報を信頼性よく格納することが可能になり、しかも、そのための格納領域を肥大化させることがない。

【0309】又、第九の発明により、簡単な符号によって最小消去単位領域へのデータの書込み状態を把握することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の最小消去単位領域の構成。

【図2】 物理セクタ番号と論理セクタ番号のふり方(その1)。

【図3】 物理セクタ番号と論理セクタ番号のふり方(その2)。

【図4】 論理セクタ番号領域のビットマップ。

【図5】 データ管理領域のビットマップ。

【図6】 バッファ・メモリの格納内容。

【図7】 退避領域と記憶領域の交代の仕方。

【図8】 書込み動作のフローチャート。

【図9】 退避処理のフローチャート。

【図10】 初期化のフローチャート。

【図11】 書込み不能な最小消去単位領域をスキップするメモリ管理。

【図12】 書込み不能なチップをスキップするメモリ管理。

【図13】 フラッシュ・メモリの構成。

【図14】 中央演算処理装置の構成。

【符号の説明】

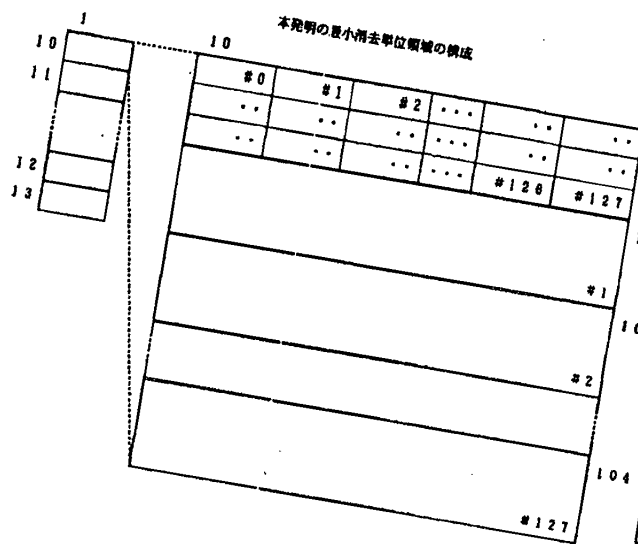
- 1 フラッシュ・メモリのチップ
- 2 フラッシュ・メモリのチップ
- 3 フラッシュ・メモリのチップ

(24)

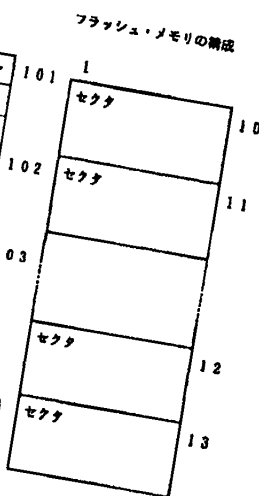
- 10 最小消去単位領域
- 11 最小消去単位領域
- 12 最小消去単位領域
- 13 最小消去単位領域
- 14 最小消去単位領域

- 101 書き込み単位領域
- 102 書き込み単位領域
- 103 書き込み単位領域
- 104 書き込み単位領域

【図1】

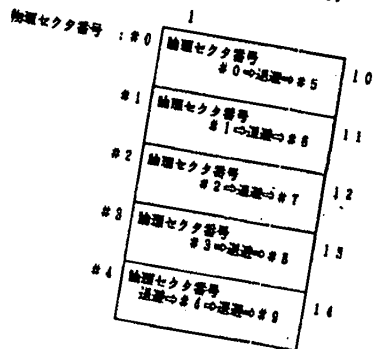


【図13】



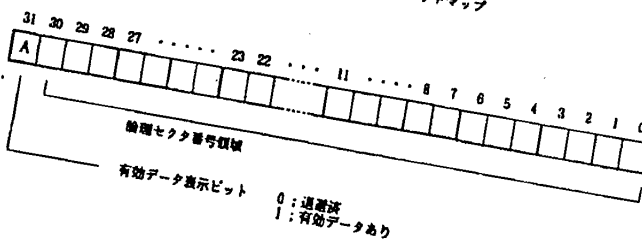
【図2】

物理セクタ番号と論理セクタ番号の対応 (その1)



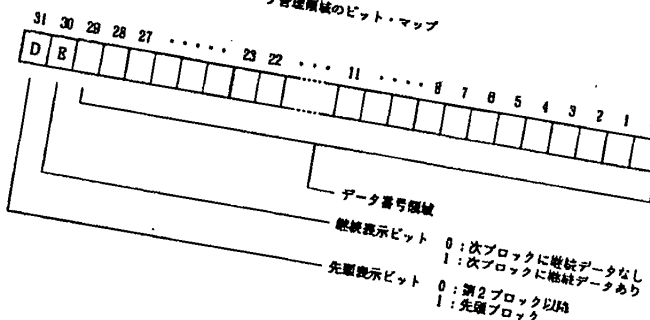
【図4】

論理セクタ番号領域のビットマップ



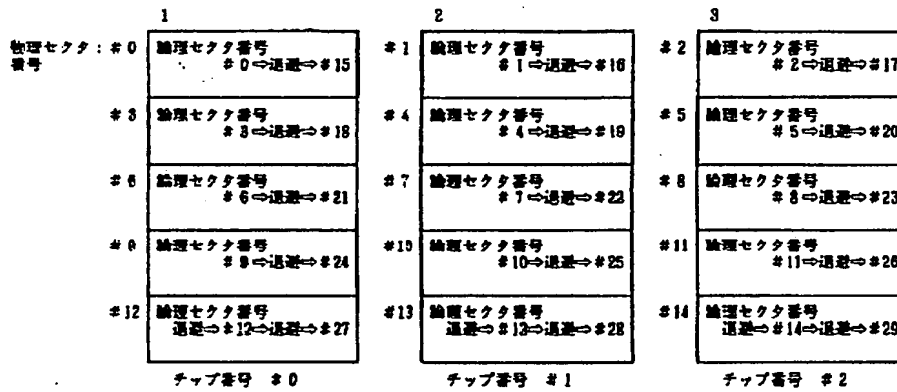
【図5】

データ管理領域のビットマップ



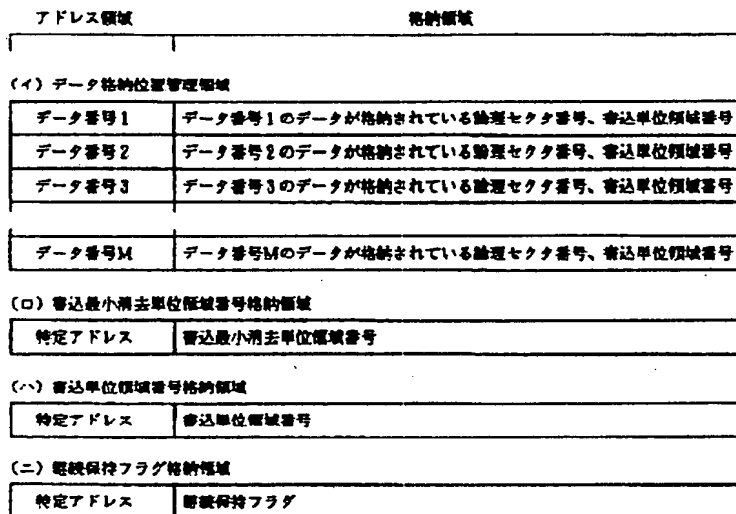
【図3】

物理セクタ番号と論理セクタ番号のやり方 (その2)



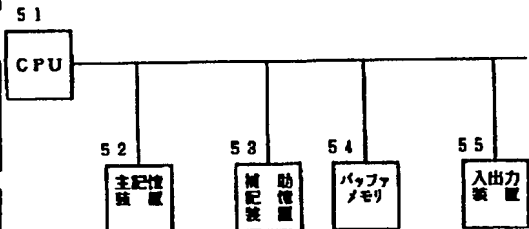
【図6】

バッファ・メモリの格納内容



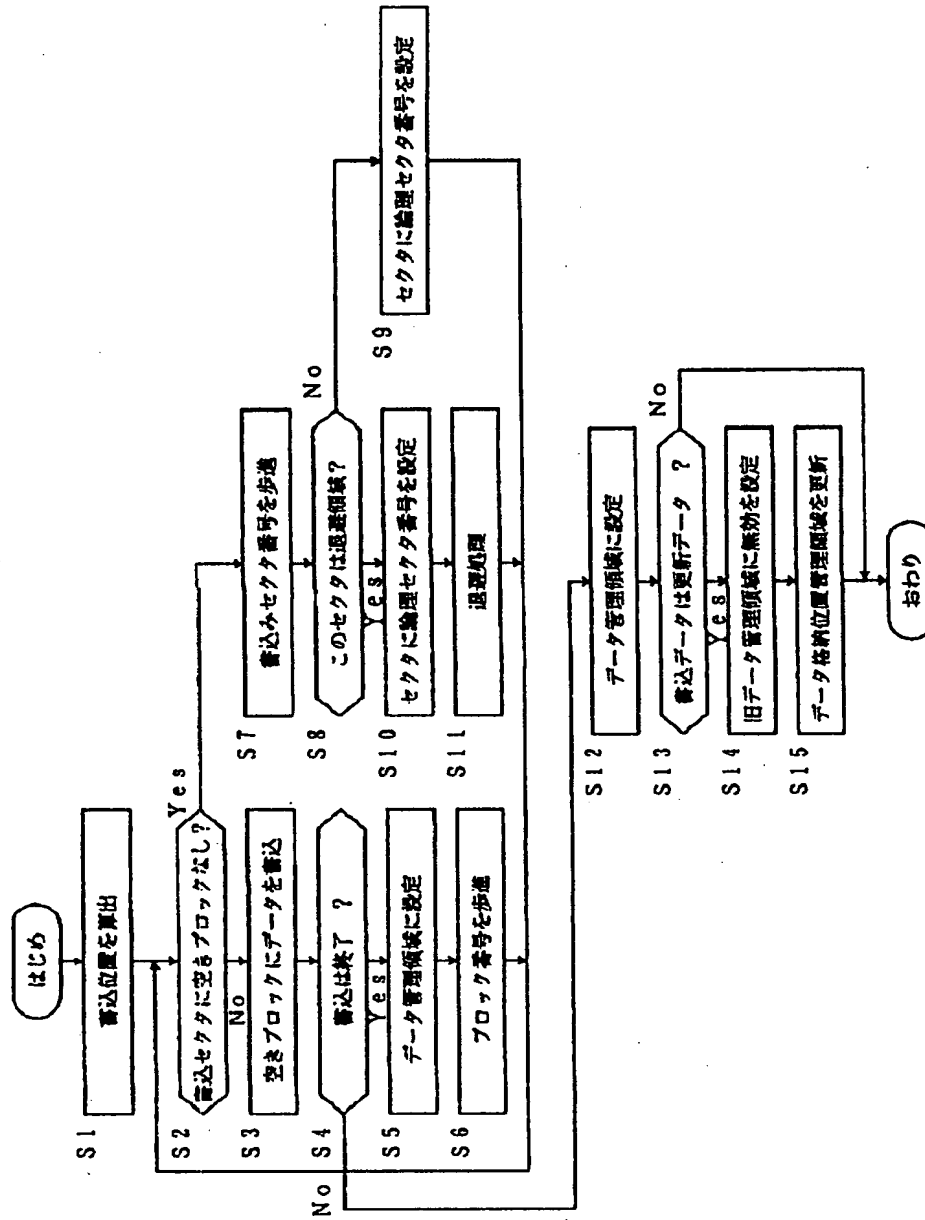
【図14】

中央演算処理装置の構成



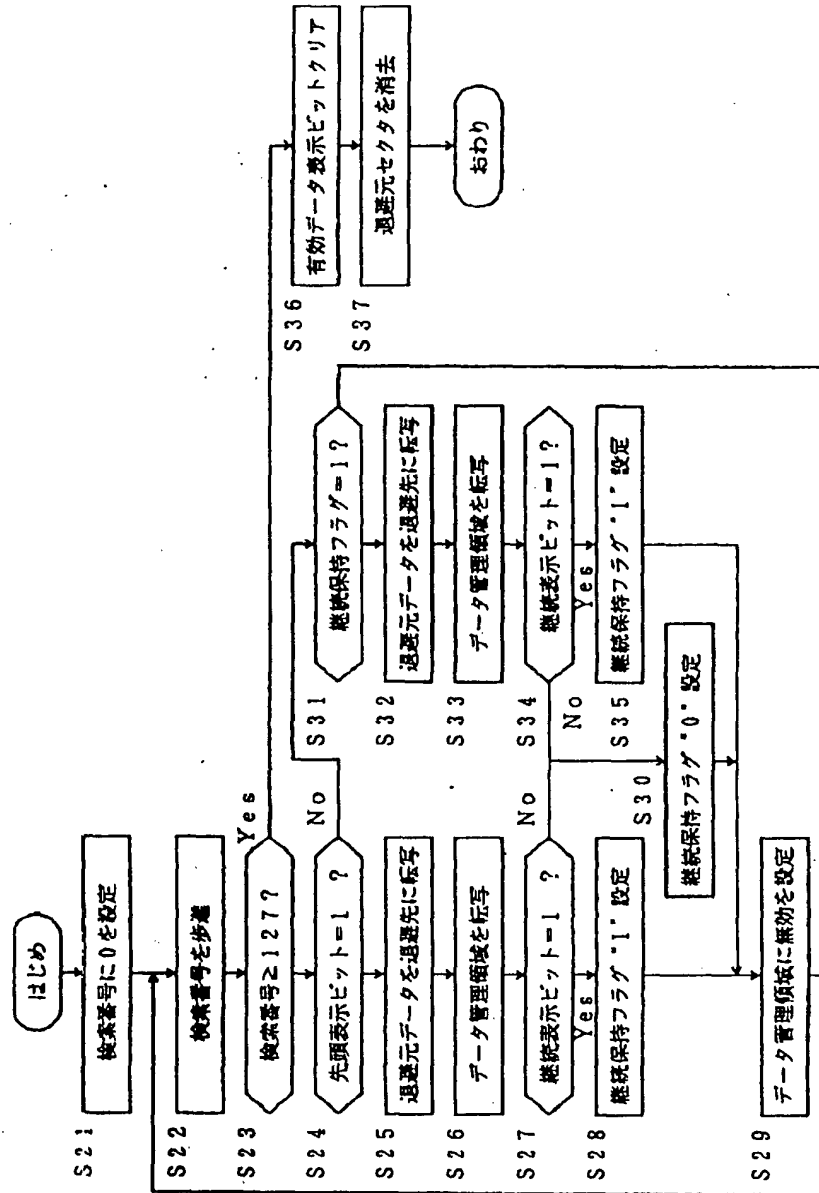
【図8】

書き込み動作のフローチャート



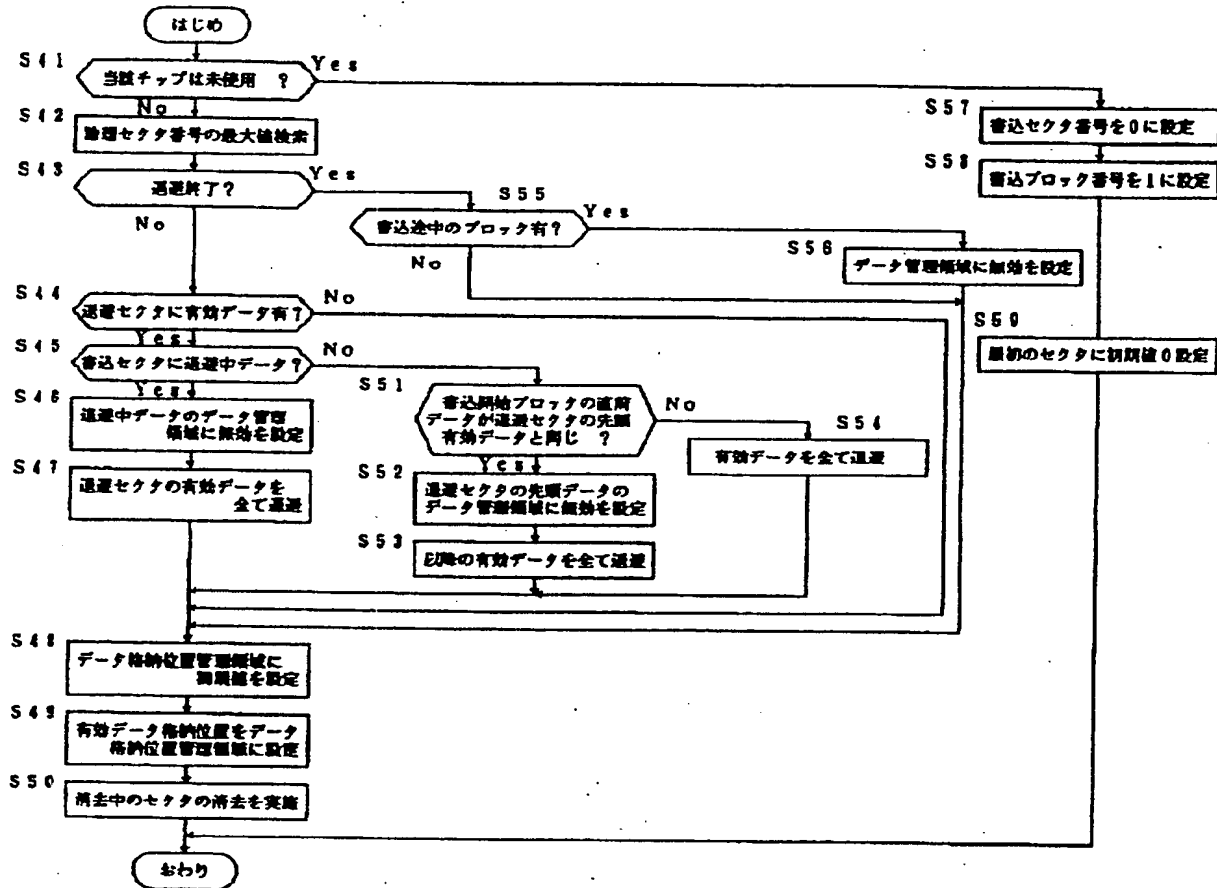
【図9】

退避処理のフローチャート



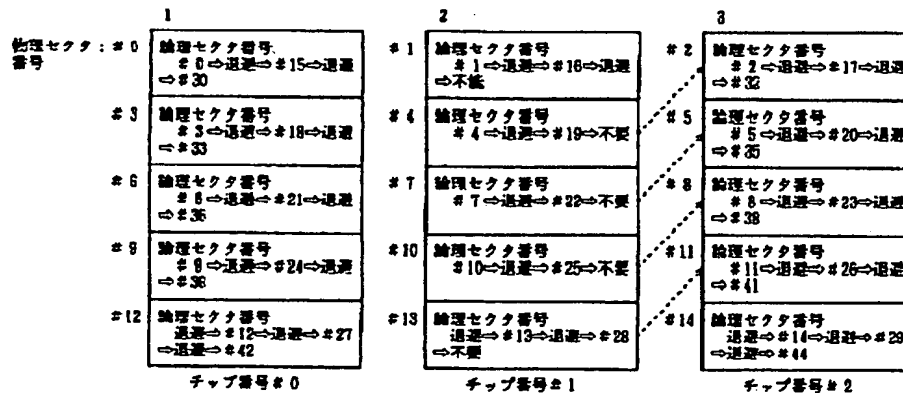
【図10】

初期化のフローチャート



【図12】

書込不能なチップをスキップするメモリ管理



フロントページの続き

(72)発明者 森 泰郎
大阪府大阪市中央区城見2丁目2番6号
富士通関西デジタル・テクノロジー株式会
社内

(72)発明者 北村 耕一
大阪府大阪市中央区城見2丁目2番6号
富士通関西デジタル・テクノロジー株式会
社内

(72)発明者 中島 亮悦
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内